

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE



Direttore: RENATO SAN NICOLÒ

Redattori: F. BAROZZI - R. SARTORI - G. SILVA

Consiglieri di Redazione:

A. ASTA - S. BASILE - E. BOTTANI - F. CARATI - A. CARRER - C. CASTELLANI - F. CORREGGIARI - C. COSTADONI
V. DE MARTINI - N. FALETTI - L. MAGGI - M. MAINARDIS - G. MAIONE - L. MARENESI - F. NERI - M. PARIS
G. QUILICO - R. RIGHI - F. SCILLIERI - M. SILVESTRI - F. TEDESCHI - D. TOLOMEO - S. B. TONIOLO - A. VALLINI

Proprietaria ed Editrice: ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA (AEI).

Comitato per le pubblicazioni AEI: IL PRESIDENTE GENERALE: A. M. Angelini - GLI EX PRESIDENTI GENERALI: G. Bauchiero
G. Cenzato, M. Semenza, G. Sameda - I DIRETTORI ED EX DIRETTORI DELLE RIVISTE: E. Gatti, P. Lombard,
R. San Nicolò - IL DIRETTORE EDITORIALE: C. Redaelli.

Direzione, Redazione, Amministrazione: UFFICIO CENTRALE AEI-CEI - VIA SAN PAOLO 10, MILANO - Conto Corrente Postale
3/1189 - Telegrammi: ASSELITA - MILANO - Telefoni: 794794-798897.

S O M M A R I O

PARTE PRIMA	Pag.		Pag.
Note di Redazione	690	<i>Notizie e Informazioni</i>	721
Articoli:		<i>Libri e Pubblicazioni</i>	728
La trasmissione in codice di impulsi (L. NICOLAI)	691	<i>Dalle Riviste</i>	732
Alcuni problemi relativi alla costruzione e al dimensionamento delle gabbie rotoriche dei motori asincroni (T. BRAMBILLA)	711	Notizie Sociali:	
Sulla sintesi dei bipoli anomali con resistenza differenziale non negativa (G. BIORCI - G. FIORIO)	716	<i>Associazione Elettrotecnica Italiana:</i>	
		Per la LXIII Riunione Annuale	739
		<i>Notizie delle Sezioni: Sezione Veneta, Sotto-</i>	
		<i>sezione di Verona</i>	739
		<i>Comitato Elettrotecnico Italiano</i>	740
Rubriche varie:		PARTE SECONDA	
<i>Domande e Risposte</i> (S. CARINI)	720	SUNTI E SOMMARI	145 D

Abbonamento per il 1961: in Italia L. 6500, all'Estero L. 8500

Fascicoli separati: cad. in Italia L. 650, all'Estero L. 800.

I Soci dell'AEI hanno diritto di ricevere in abbonamento gratuito la rivista «L'Elettrotecnica» o, in sua vece «Alta Frequenza»; possono ricevere entrambe le riviste con un versamento suppletivo di L. 3.000.

I Soci hanno diritto, oltre a quanto precede, allo sconto del 20% su tutte le pubblicazioni editte dall'AEI ivi compresi eventuali abbonamenti supplementari. E' vietato riprodurre articoli della presente rivista senza citarne la fonte. - Gli scritti dei singoli Autori non impegnano la Redazione e sia quelli degli Autori sia quelli della Redazione non impegnano l'AEI. - I manoscritti non si restituiscono. - Pubblicazione mensile. - Spedizione in abbonamento postale gruppo III°.

Per la LXIII Riunione Annuale

Pubblichiamo più avanti una nota riguardante il tema della Riunione del prossimo anno, che riguarda le « Misure ».

Richiamiamo l'attenzione di tutti i lettori sulla importanza del tema e sulle date stabilite per la comunicazione dei titoli e per la presentazione delle Memorie.

Trasmissione di informazioni

L'argomento è fra quelli di più accentuata attualità e di più vivo interesse fra tutti i tecnici moderni. Esso non riguarda infatti soltanto le telecomunicazioni nel senso classico della parola, cioè la trasmissione telefonica o telegrafica, ma investe ogni altro ramo della tecnica, per via del diffondersi dei telecomandi e delle telemisure e dei dispositivi di automazione.

Non è quindi certamente fuori luogo che se ne parli anche su « L'Elettrotecnica » per quanto, in linea di massima, l'argomento sia preferibilmente di spettanza della consorella « Alta frequenza ».

Fra i molti sistemi di trasmissione delle informazioni L. NICCOLAI si occupa oggi sul giornale del sistema di trasmissione in codice di impulsi con particolare riguardo alla trasmissione telefonica. Il tema offre però occasione ad esporre e chiarire una quantità di concetti fondamentali e generali sulla tecnica delle trasmissioni d'informazioni cosicchè l'interesse dell'articolo si estende in modo particolare a tutti quei tecnici non specializzati e che pur tuttavia vogliono tenersi al corrente dei progressi in questo campo. Il sistema a codice di impulsi presenta poi soluzioni di grande genialità che per se stesse richiamano l'attenzione dei tecnici.

Ma oltretutto per l'interesse intrinseco che esso presenta l'articolo che oggi pubblichiamo merita di essere segnalato sotto un altro punto di vista.

Esso, che costituisce una rielaborazione di conferenze tenute alle Sezioni di Milano, Napoli e Roma negli anni dal 1958 al 1960, rappresenta infatti un esempio tipico di scritto di alta vulgarizzazione che tratta un argomento molto complesso e delicato con perfetta serietà e correttezza di esposizione e pur tuttavia in maniera tale da essere facilmente accessibile anche a chi per la prima volta affronta l'argomento senza una particolare preparazione. Le doti di precisione e di chiarezza di questo articolo saranno molto apprezzate da tutti i lettori e specialmente da quelli non specializzati che saranno grati all'A. di non avere sdegnato di scendere al loro livello per facilitare loro la comprensione dell'articolo senza che l'impreparazione esigesse eccessiva fatica.

Scritti del genere di quello che oggi pubblichiamo sono desideratissimi dalla Redazione. Recentemente abbiamo avuto occasione di esprimere lo stesso pensiero a proposito di altro articolo sulle calcolatrici analogiche. Vorremmo che gli esempi giovassero e trovassero molti imitatori: i lettori ne sarebbero certamente lieti con noi e ringrazierebbero gli Autori. Vi sono certamente nell'A.E.I. molti Soci che potrebbero mandarci ottimi contributi su particolari argomenti: non temano di sminuirsi scrivendo articoli di divulgazione anzichè complesse e trascendenti elaborazioni matematiche. Scrivere un buon articolo di divul-

gazione è spesso più difficile e perciò più meritorio e, non poche volte, anche più utile.

Nessuno vorrà interpretare male queste nostre parole: certo la Redazione non disconosce l'importanza e la necessità della elaborazione teorica, dalla quale, non meno che dalla ricerca sperimentale, scaturisce il progresso. Ma accanto a questi lavori riservati agli specialisti sentiamo la necessità di scritti di aggiornamento e di informazione che, pur in mezzo alle complessità della evoluzione della tecnica moderna, anzi proprio in causa di essa, permettano ad ogni studioso d'allargare la sua visuale fuori del ristretto angolo della sua specializzazione.

Questioni costruttive

La progettazione e la costruzione delle macchine elettriche, anche di quelle ormai diventate classiche e studiate a fondo, non cessa di offrire motivo di studio e di ricerca ai responsabili. Ciò perchè le condizioni nelle quali le macchine stesse possono venire a trovarsi a dover funzionare e le esigenze cui possono essere chiamate a soddisfare sono così varie da richiedere in molti casi particolari accorgimenti o soluzioni almeno parzialmente nuove.

Un esempio è dato dall'articolo che oggi pubblichiamo e che riguarda i motori asincroni a gabbia quando sono chiamati o a frequenti avviamenti o a comandare macchine con elevato momento d'inerzia. T. BRAMBILLA mette in evidenza come possano verificarsi condizioni che, con le costruzioni normali, darebbero luogo a intollerabili sovratemperature e illustra a quali accorgimenti costruttivi si sia fatto ricorso in un caso particolarmente difficile.

Sintesi dei bipoli anomali

Nell'articolo che pubblichiamo G. BIORCI e G. FLORIO prendono in considerazione i bipoli anomali con resistenza differenziale non negativa e dimostrano come sia sempre possibile riprodurre con approssimazione la caratteristica di essi mediante una rete di generatori ideali di corrente e di tensione, resistori normali e raddrizzatori ideali. Su una tabella sono presentate sistematicamente le varie possibilità di realizzazione.

Domande e Risposte

Dobbiamo purtroppo constatare ancora una volta come questa rubrica non richiami l'attenzione dei lettori.

Alcune delle domande che abbiamo pubblicato a suo tempo sono rimaste senza alcun riscontro. Oggi pubblichiamo una risposta alla Domanda N. 5 pubblicata sul giornale del gennaio 1961.

La Redazione continua a ritenere che la rubrica potrebbe divenire assai interessante se i Soci vi partecipassero attivamente.

Non manca certamente fra i molti Soci dell'AEI chi abbia qualche questione di cui non sa rendersi bene conto, qualche difficoltà che non sa superare, qualche problema che non sa come risolvere. La rubrica « Domande e Risposte » mette a sua disposizione la competenza degli oltre 8000 consoci fra i quali quasi certamente vi è chi è in grado di rispondere. Perchè non approfittarne?

LA REDAZIONE

LA TRASMISSIONE IN CODICE DI IMPULSI

L. NICCOLAI (*)

Il sistema di trasmissione in codice di impulsi, che era stato studiato inizialmente per i collegamenti radio, torna ad essere di attualità per le vaste applicazioni che esso può trovare nel campo degli impianti urbani: per i collegamenti tra i concentratori di linee e le relative centrali, per le centrali stesse e per i circuiti di giunzione fra le medesime.

L'interesse per tale sistema deriva anche dalle possibilità di applicazione nel campo della trasmissione a lunga distanza a mezzo di guide d'onda. Siccome poi il sistema si presta alla trasmissione di qualsiasi tipo di messaggio: telegrafico, telefonico, facsimile e TV, può darsi che in avvenire esso divenga il sistema universale perché potrà essere impiegato in tutte le parti componenti la rete di telecomunicazione e per tutte le utilizzazioni.

La tecnica della trasmissione in codice di impulsi che — malgrado l'apparente complessità — può essere esposta in modo del tutto piano ed accessibile, è basata su concetti di interesse generale che si è creduto utile divulgare nel presente articolo; inoltre, in vista del carattere di universalità del sistema, si è ritenuto opportuno premettere considerazioni generali sulle comunicazioni, sulla trasmissione e sulle informazioni le quali dovrebbero chiarire le idee sul significato ed estensione che è il caso di dare a tali tre termini.

I. L'ESSENZA DELLA COMUNICAZIONE.

La trasmissione indicata nel titolo di questo articolo e della quale ci si occupa, è la trasmissione di informazioni.

Si usa l'espressione usuale di « trasmissione di informazioni », ma essa è impropria perchè — a ben pensare — si trasportano « segni » oppure si trasmettono segnali fisici che corrispondono ai segni.

La cosa dovrebbe risultare evidente dalla considerazione che il lettore di questa rivista riceve effettivamente non informazioni, ma solo fogli di carta sui quali sono impressi segni:

— segni-parole composte di segni-lettere; tra le prime sono opportunamente inseriti segni di interpunzione;

— segni-numeri composti di segni-cifre o più genericamente segni-simboli ai quali sono di norma applicati altri segni che stanno ad indicare — sempre in modo convenzionale — le operazioni che su di essi devono essere compiute;

— disegni o immagini pure consistenti in segni elementari.

In questo caso, l'insieme dei segni che costituiscono un messaggio scritto: lettera, rivista o libro, viene spedito a distanza, ossia *trasportato* presso il ricevente ed i segni contenuti nel messaggio non vengono nè trasformati, nè minimamente alterati.

Quando invece l'insieme dei segni che costituisce il messaggio viene *trasmesso*, per via orale diretta, per telegrafo, o per telefono e quando un'immagine fissa o in movimento — essa costituisce in questo caso il messaggio — viene trasmessa per facsimile o per TV, i segni devono essere trasformati: si chiamano segnali i nuovi segni di natura fisica così ottenuti.

Si consideri ora un messaggio trasmesso direttamente per via orale: gli ascoltatori ricevono i segnali fisici costituiti dalle onde sonore nei quali sono state trasformate le parole (esse — avendo significato puramente convenzionale — possono pure essere considerate come segni), e sono capaci nella loro mente di riconvertire i segnali fisici nei corrispondenti segni-parole non solo, ma sentono anche le diverse inflessioni della voce, vedono i gesti e l'espressione del viso di chi parla, ossia ricevono altri segni che completano il messaggio; così pure avviene per il messaggio telefonico durante il quale oggi non si vede ancora il corrispondente, ma lo si riconosce dalla voce e si apprezza lo stato d'animo dello stesso dal modo con cui parla, ossia si ricevono, anche in questo caso, altri segni oltre alle parole da lui pronunciate.

Risulta da quanto precede che — seguendo le idee del filosofo americano Charles Sanders Peirce (1839-1914) ritenuto il fondatore del Pragmatismo — si conferisce al termine « segno » un significato molto più esteso di quello normale, anzi: « noi non sappiamo pensare senza impiegare segni »; « qualunque pensiero è un segno il quale il più delle volte è della natura del linguaggio » ed ancora: tutto quello che intendiamo per pensiero ed intelligenza è « un segno che si sviluppa secondo le leggi dell'inferenza » (1).

È merito precipuo del Peirce aver messo in evidenza che ogni azione che contiene un segno è essenzialmente triadica in quanto che involve: a) il segno come primo termine; b) il designato come secondo termine; c) l'interprete come terzo termine. Un segno non serve a nulla se manca il terzo termine, ossia se non viene interpretato (2).

I segni costituenti il messaggio hanno in sé un contenuto *potenziale* di informazione (3).

Per chiarire questo punto, si considerino ancora i segni che compongono il messaggio contenuto in questo articolo. È evidente che chi non conosce la lingua italiana non può da questi segni estrarre alcuna informazione; gli italiani invece che leggono l'articolo, se hanno la preparazione mentale che consente loro di seguire le idee esposte, estraono dai segni informazioni gli uni diverse dagli altri perchè non vi sono al mondo due persone eguali che iniziano la lettura del messaggio con la stessa preparazione e con la stessa capacità ad intendere; quindi lo stesso messaggio reagisce sulle conoscenze delle varie persone in modo diverso; in altre parole, il messaggio è come se avesse un contenuto di informazione diverso da una persona all'altra. Al limite, se l'informazione fosse già nota al ricevente, i segni che egli riceverebbe non la potrebbero accrescere, quindi essi non conterebbero per lui alcuna informazione. Informazione quindi può essere ricevuta solo dove non esiste la conoscenza completa del contenuto del messaggio ossia dove vi sono dubbi; dubbio implica l'esistenza di alternative tra le quali è necessario fare una scelta.

(1) Le frasi tra virgolette sono la traduzione letterale di altrettante frasi del Peirce come riportate nel libro *Peirce and Pragmatism* di W. B. Gallie (Penguin Books, Harmondsworth, Middlesex, 1952).

(2) Anche questi concetti sono dedotti dal libro di cui alla nota (1).

(3) Vedi: COLIN CHERRY: *On human communication*. - Technology press of M.I.T., 1957.

(*) Dr. Ing. L. NICCOLAI, Consulente della Società Italiana Reti Telefoniche Interurbane - SIRT - Milano.

Dovrebbe risultare chiaro da quanto precede che si trasportano segni, oppure che a mezzo segnali si trasmettono segni, ma che non si trasporta nè si trasmette il significato dei medesimi.

In quanto segue si considera solo la trasmissione di segnali elettrici.

2. IL SEGNALE ELETTRICO.

La trasformazione dei segni che costituiscono il messaggio in segnali elettrici compiuti all'estremo emittente avviene con modalità diversa a seconda della natura del messaggio.

— In un telegramma, ossia in un messaggio scritto, ogni lettera, numero o segno di interpunzione è trasformato in un simbolo o codice consistente in impulsi di corrente positiva o negativa, lunghi o corti, intramezzati da intervalli; tale codice, per convenzione, deve essere accettato anche dal ricevente; la trasformazione avviene mediante movimento di un sistema fisico, ossia la manipolazione col vecchio tasto Morse oppure la pressione nella macchina telescrivente moderna del tasto corrispondente al segno elementare che si vuol trasmettere.

— Nel caso di una comunicazione telefonica, l'onda di pressione sonora provocata dalla voce di chi parla modula attraverso le vibrazioni della membrana del microfono (ecco in questo caso il movimento del sistema fisico che corrisponde alla pressione del tasto in telegrafia) la corrente continua che lo alimenta, e la corrente che ne deriva, dopo la eliminazione, a mezzo di un trasformatore, della componente continua, costituisce il segnale; anche qui, perchè il messaggio possa essere inteso dal ricevente, bisogna che la convenzione con la quale si traduce il concetto in parola, ossia la lingua usata, sia la medesima ai due estremi.

— Nel caso di una immagine, la differente luminosità da punto a punto, attraverso un sistema di cellule fotoelettriche nella macchina da presa, genera un'onda di tensione che costituisce il segnale; l'immagine deve essere esplorata mediante un fascetto elettronico (ecco il movimento del sistema fisico) su di un precisato numero di righe ad una determinata velocità; quando l'immagine è in movimento essa deve inoltre essere esplorata un determinato numero di volte al secondo: quest'ultima è l'unica differenza tra la riproduzione di una immagine fissa, ossia della trasmissione in facsimile, e quella di una immagine in movimento, ossia della trasmissione in TV. Anche in questo caso, come nei due precedenti, le convenzioni che riguardano il numero delle righe di scansione, la velocità ed il numero delle immagini esplorate al secondo devono essere accettate anche all'estremo ricevente.

Si è così mostrato per sommi capi — ma con criterio unitario — come i segni costituenti i messaggi vengono trasformati in segnali elettrici; ciò avviene sempre tramite un movimento, ossia deriva da un fenomeno fisico; la funzione del tempo che rappresenta il segnale rientra quindi in quella grande classe di funzioni che gli americani chiamano funzioni dell'ingegneria per distinguerle da quelle astratte della matematica; le funzioni dell'ingegneria possono sempre essere rappresentate da una adatta serie di Fourier e quindi possono sempre essere trasformate in funzioni della frequenza; inoltre — data la natura loro — la funzione del tempo non può che avere durata limitata e la funzione della frequenza non può che abbracciare una banda finita di frequenze; infine, la funzione rappresentata dal segnale ha evidentemente una terza variabile che è l'ampiezza la quale è pure finita.

Se si vuol quindi che il segnale sia riprodotto in modo analogico bisogna che lo sia nel tempo, nella frequenza e nell'ampiezza; per converso, se si vuol trasformare il segnale, non si può agire che su queste tre variabili.

3. I COMPITI DELLA TEORIA DELLA TRASMISSIONE, DELLE COMUNICAZIONI E DELLA INFORMAZIONE.

Lo studio di quanto avviene ai segnali elettrici nel loro percorso lungo il mezzo di trasmissione, al fine di sapere quanto deve essere fatto onde renderli alla ricezione simili — nel limite della pratica convenienza economica — a quelli emessi, è compito dei tecnici della trasmissione e di questo ci si occuperà nel seguito di questo articolo.

Se si fossero considerate anche le apparecchiature di estremità che trasformano il segno in segnale elettrico e viceversa, e se quindi si fosse tenuto conto del modo di ridurre a valori tollerabili le inevitabili distorsioni che il processo di trasformazione comporta, il campo si sarebbe allargato e sarebbe divenuto quello dei tecnici delle comunicazioni.

Le varie forme di messaggio sopra considerate hanno tutte la caratteristica comune di avere un contenuto di informazione in virtù della loro capacità potenziale di far fare scelte ⁽³⁾, quindi è venuto naturale definire e misurare la proprietà comune a tutte le forme di messaggio, ossia il loro contenuto di informazione.

Si supponga di trasmettere ad una persona un messaggio contenente un'informazione relativa ad un dato campo; se la persona in questione possedesse in tale campo già la certezza, sarebbe del tutto inutile inviarle informazioni relative ad esso perchè la sua certezza non potrebbe essere aumentata; se le si forniscono informazioni è perchè si suppone implicitamente che essa abbia delle curiosità che non possono manifestarsi che sotto forma di incertezze o dubbi (vedi a questo proposito quanto già detto al par. 1); questi ultimi vengono eliminati facendo delle scelte e le scelte possono essere sempre riportate ad optare per il « sì » o per il « no », ossia ad una scelta binaria: questa è infatti la più semplice operazione logica che può essere compiuta dalla nostra mente: essa sta quindi alla base del nostro modo di ragionare.

A riprova di quanto sopra detto sta il gioco familiare delle 20 domande con le quali si riesce ad individuare qualunque oggetto una persona possa avere in mente rispondendo solo con « sì » o con « no » ⁽⁴⁾.

Come esempio di quanto sopra si mostra che con un seguito di 5 risposte « sì » e « no » si può individuare un numero compreso tra zero e 31. Il numero in questione sia il 25.

Viene logico dividere l'intervallo 0-31 a metà e domandare se il numero pensato è maggiore di 15. Ciò posto si chiede:

1ª domanda: maggiore di 15? Risposta: SÌ.

Si deduce che il numero da individuare è compreso tra 15 e 31; dividendo ancora l'intervallo 15-31 a metà, si ottiene 8 che aggiunto a 15 dà 23.

2ª domanda: maggiore di 23? Risposta: SÌ.

Dividendo l'intervallo 23-31 a metà si ottiene 4 che aggiunto a 23 dà 27.

3ª domanda: maggiore di 27? Risposta: NO.

Il numero da individuare è allora compreso tra 23 e 27. Dividendo l'intervallo 23-27 a metà si ottiene 2 che aggiunto a 23 dà 25.

4ª domanda: maggiore di 25? Risposta NO.

Il numero richiesto è maggiore di 23 (seconda risposta) e non maggiore di 25 (quarta risposta) quindi può essere 24 oppure 25: diviso l'intervallo 23-25 a metà, si ottiene 1 che aggiunto al 23 dà 24; risulta ancora necessaria la

5ª domanda: maggiore di 24? Risposta: SÌ.

Il numero è maggiore di 24 e non maggiore di 25, quindi non può essere che 25, ed il risultato è stato ottenuto con le 5 risposte prescritte.

Il gioco familiare, per il fatto che generalmente lo si fa con i ragazzi, mostra come il metodo della scelta bi-

⁽⁴⁾ J. H. FELKER: *Mechanized memory and logic - What electronics can do.* - « Bell Labs. Rec. », giugno 1956, pag. 201.

naia sia quello pertinente ai primi stadi di sviluppo della mente umana; dallo stesso però si possono anche ricavare conclusioni a livello più elevato.

Basta infatti considerare che l'insieme dei numeri da zero a 31 (estremi compresi) considerato nel gioco costituisce un sistema capace di assumere 32 stati tutti egualmente probabili a priori; questo è tutto quanto si conosce inizialmente del sistema.

Per sapere se il sistema ha assunto il valore 25 hanno dovuto essere fatte 5 scelte binarie fra « sì » e « no » perchè con questi due elementi si possono realizzare $2^5 = 32$ permutazioni con ripetizione: a ciascuno stato del sistema corrisponde quindi una permutazione con ripetizione di 2 elementi 5 a 5 che lo definisce.

Con le 20 domande del gioco familiare si possono realizzare 2^{20} permutazioni con ripetizione di 2 elementi 20 a 20 quindi si possono individuare $2^{20} = 1\,049\,570$ oggetti che evidentemente sono più di quelli che una normale mente umana può elencare.

Per definizione, l'informazione che si è ottenuta nell'esempio precedente è data da

$$I = k \ln 32$$

dove k è una costante che dipende dalla unità di misura che si ritiene di scegliere per l'informazione e \ln è il logaritmo neperiano dei possibili stati che possono essere assunti dal sistema; maggiore il numero di questi stati, maggiore è l'informazione che è necessario ottenere per sapere che il sistema ha assunto un determinato stato.

La ragione del logaritmo sta nel fatto che si vuole che l'informazione goda della proprietà additiva. Per mostrare ciò, si considerino due sistemi indipendenti, il primo capace di assumere P_1 stati ed il secondo P_2 ; le informazioni necessarie per sapere che ciascuno dei due sistemi ha assunto un determinato stato sono:

$$I_1 = k \ln P_1 \quad I_2 = k \ln P_2.$$

Ciascuno stato del primo possa essere associato con qualunque stato del secondo; il numero di stati che possono essere assunti dall'insieme dei due sistemi è

$$P_1 P_2$$

e l'informazione necessaria per sapere che è stato assunto uno di questi stati è

$$I = k \ln (P_1 P_2) = k \ln P_1 + k \ln P_2 = I_1 + I_2.$$

Ritornando all'informazione necessaria per sapere che il sistema considerato inizialmente ha assunto un particolare stato tra i 32 possibili, risulta, come si è visto, che essa è:

$$I = k \ln 32 = k 5 \ln 2.$$

Se si vuol eliminare k , occorre che esso assuma il valore

$$k = \frac{1}{\ln 2} = \lg_2 e.$$

Con ciò si è fissata l'unità di misura dell'informazione: essa viene chiamata bit, contrazione delle due parole inglesi *binary-digit*, e l'informazione ricercata risulta essere

$$I = 5 \text{ bit}.$$

L'unità di informazione è l'informazione elementare che serve ad eliminare il dubbio elementare espresso dalla scelta fra « sì » e « no ».

Questo non è che un caso particolare nel quale il numero degli stati che il sistema può assumere è una potenza esatta di 2 e gli stati sono a priori tutti equiprobabili; evidentemente altri casi dovrebbero essere considerati, ma si ritiene che quello esposto possa dare un'idea sufficiente del concetto di misura dell'informazione.

È chiaro che all'informazione è stato dato in quanto precede un significato statistico-matematico ristretto rispetto a quello comunemente assegnato al termine tanto è vero che il Cherry nel volume precedentemente citato ⁽³⁾ dice testualmente « In un certo senso è un peccato che i concetti matematici presentati da Hartley siano stati chiamati "informazione" ». La formula per l'informazione fornisce effettivamente la misura di un solo aspetto del concetto di informazione: essa esprime la rarità statistica, o, in altre parole, l'effetto sorpresa di una sorgente di segni.

L'introduzione poi nella tecnica di metodi di trasmissione che scambiano larghezza di banda con rapporto segnale/disturbo, ossia che aumentano la prima più di quanto sarebbe necessario per la trasmissione analogica onde ridurre il secondo, ha notevolmente aumentato l'interesse ad una teoria generale delle comunicazioni: essa è stata formulata dallo Shannon nel suo lavoro classico « *A mathematical theory of communication* » ⁽⁴⁾.

Quanto precede appartiene quindi al campo delle comunicazioni. Rimane da considerare brevemente il campo dell'informazione, preso questo termine nel significato generale che gli viene normalmente attribuito.

La massima parte delle comunicazioni avvengono ancora tra uomo e uomo benchè siano già diffuse quelle tra uomo e macchine (telecomandi); tra macchine e uomo (telemisure) e tra macchina e macchina (sistemi interamente automatici); quindi agli estremi della catena di elementi che costituiscono il circuito si trova generalmente la mente di due persone.

La mente della persona all'estremo emittente, scelta l'idea che vuol comunicare, deve scegliere nel vocabolario che ha a sua disposizione i segni-parola che giudica più adatti a rappresentarla; è bene mettere subito in evidenza che l'idea appartiene alla mente che la formula e sua resta; si può comunicare solo una rappresentazione dell'idea stessa, rappresentazione che non può che essere approssimata perchè non è possibile dire tutto su di un certo argomento come non è possibile definire qualche cosa con assoluta precisione; in questo processo generalmente ci si ferma quando si ritiene di avere raggiunto la precisione che si stima necessaria nelle circostanze in cui ci si trova: di qui deriva la necessità logica della quantizzazione ⁽⁵⁾; la rappresentazione dell'idea è quindi sempre suscettibile di essere migliorata, ossia di essere ulteriormente interpretata; ciò vuol dire che il terzo termine dell'azione-segno, che — come si è visto — è triadica, non è necessario sia una persona, esso può anche essere un altro segno.

Si è già detto come i segni-parola pensati, una volta pronunciati, generino all'emissione i segnali elettrici che si propagano lungo il mezzo di trasmissione; alla ricezione i segnali elettrici trasformati dal traduttore elettroacustico in onde sonore generano attraverso l'orecchio del ricevente sensazioni alla sua mente la quale, giovandosi della prodigiosa sua memoria, riesce generalmente a riconoscere i segni-parole emessi malgrado le distorsioni introdotte dai due trasduttori di estremità ed il rumore presente in linea e dai segni-parole estrae le informazioni di cui è capace.

Si capisce quindi come il processo completo della comunicazione di un messaggio da mente a mente interessi, oltre agli ingegneri della trasmissione e delle comunicazioni, anche specialisti di linguistica, di fonetica, di fisiologia, di filosofia, di logica matematica e di fisica. Di questo campo, che si è così assai esteso rispetto ai primitivi, si occupa la teoria delle informazioni ⁽³⁾ la quale

⁽⁵⁾ C. E. SHANNON: *A mathematical theory of communication*. « B.S.T.J. », luglio 1948, pag. 379 e ottobre 1948, pag. 623.

abbraccia anche il comportamento delle macchine per comunicazioni specialmente per quanto riguarda i codici utilizzati per convertire i segni in segnali atti ad operare correttamente le macchine.

4. IL SEGNALE TELEFONICO.

Quanto precede è del tutto generale, benchè sia stato messo l'accento specialmente sul segnale elettrico; per limitare ulteriormente il campo, si considera solo la trasmissione del segnale elettrico telefonico; è noto che la banda di frequenza che deve essere trasmessa affinché la voce sia riprodotta con sufficiente naturalezza da rendere la conversazione agevole e non faticosa, deve essere compresa tra circa 300 e circa 3 400 p/s ossia deve abbracciare presso a poco 3 ottave e mezzo, e ciò è stato raccomandato dal CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) per i circuiti che fanno o possono far parte dei collegamenti internazionali ⁽⁶⁾.

All'inizio della telefonia a lunga distanza il segnale era trasmesso in modo analogico, ossia si tendeva a far sì che l'onda elettrica che costituiva il segnale telefonico e che occupava la banda sopra detta fosse inviata sul mezzo di trasmissione così come era stata generata e che tale rimanesse durante la trasmissione sul mezzo stesso. Su tale larga banda, la caratteristica di propagazione del mezzo di trasmissione a filo, l'unico che allora era estensivamente impiegato, non poteva non variare notevolmente e ciò portava ad introdurre distorsioni nocive. Si rimediava a tale inconveniente correggendo la costante di propagazione del mezzo mediante la pupinizzazione che tendeva ad eliminare la distorsione di ampiezza al fine di far sì che tutte le frequenze contenute nello spettro della voce risultassero attenuate presso a poco nella stessa misura; il circuito pupinizzato diveniva un filtro passa basso e quindi la pupinizzazione occorre fosse eseguita in modo da non tagliare nessuna delle frequenze utili al messaggio; inoltre essa portava ad un notevole abbassamento della velocità di propagazione del circuito con le dannose conseguenze che ne derivano. Si spingeva poi eventualmente la correzione anche alla caratteristica di fase, ossia alle relazioni temporali tra le varie frequenze, in modo da tendere ad eguagliare la velocità di trasmissione di tutte le frequenze trasmesse.

Il circuito fisico, già caro di per sé perchè consentiva la trasmissione di una sola comunicazione telefonica a una via e tutt'al più di una e mezza, se si teneva conto dei circuiti virtuali, oppure ancora di solo la metà nel caso di comunicazioni a due vie, diveniva ancor più caro a causa delle correzioni o equalizzazioni alle quali si è prima accennato.

È evidente perciò che, non appena divennero disponibili adatte apparecchiature, si cercò di cambiare questo stato di cose e si cominciò con l'usare il segnale telefonico, che prima si inviava in linea, per modulare correnti ad alta frequenza; si veniva quindi a traslare verso l'alto la posizione occupata in linea dalla banda di frequenze costituenti il segnale. Si ottennero così i seguenti vantaggi: riduzione dell'ampiezza della banda vocale trasmessa a frazioni di ottava e quindi grande semplificazione del problema della equalizzazione; riduzione del rumore presente in linea; eliminazione della pupinizzazione e quindi notevole elevazione della velocità di propagazione; ma specialmente si conseguì il grande vantaggio economico di poter sovrapporre molte comunicazioni su di un solo supporto fisico perchè si poterono modulare correnti a frequenza diversa che venivano poi separate da filtri adeguati. Il sistema è indicato come sistema a utilizzazione multipla a divisione di frequenza del mezzo di trasmissione.

L'esperienza ha mostrato infatti che esiste una ben stabilita legge economica che dice che quanto più nume-

rosi sono i circuiti telefonici che si possono sovrapporre su di uno stesso mezzo di trasmissione, tanto minore risulta il costo di ciascun circuito.

Anche la concentrazione di un gran numero di mezzi di comunicazione sullo stesso tracciato, per il fatto che essi sfruttano più intensamente quella parte delle spese che è comune, quali diritti di passaggio, fabbricati, stazioni energia, torri ed antenne radio, personale di sorveglianza, ecc. porta di conseguenza una riduzione del costo del circuito. Mr. Kelly, presidente dei « Bell Laboratories », in una comunicazione pubblicata nel 1956 nel « Journal of the Franklin Institute », indica che decuplicando il numero di circuiti che percorrono un certo tracciato, se ne riduce il costo unitario ad un quarto. Sarebbe semplicemente assurdo pensare che si possano trasportare pari pari le cifre americane ai casi italiani; quanto precede è stato citato solo per ricordare la tendenza che si è manifestata chiara nell'evoluzione della telefonia in generale e di quella a lunga distanza in particolare, ossia la produzione in massa, per così dire, di circuiti, unico mezzo per renderli più economici, unico mezzo a sua volta per permettere la rapida diffusione del servizio telefonico.

Tre sono i modi con i quali l'onda elettrica che riproduce la parola può modulare l'onda portante ad alta frequenza: e precisamente la modulazione, per quanto già detto, può avvenire in ampiezza, in frequenza o in fase; in ogni caso risulta abbandonato il concetto di trasmissione analogica ossia il tentativo di trasmettere inalterata sul circuito l'onda elettrica che corrisponde alla voce. Ammessa la convenienza di modificare l'onda elettrica della parola per effettuare la trasmissione, la maggior trasformazione che l'onda della voce viene a subire la si ha con la trasmissione in codice di impulsi modulati; anche qui però la modulazione degli impulsi può essere eseguita in tre modi: in ampiezza, in posizione (o fase) ed in larghezza variandone la durata; per semplicità si considera solo la modulazione in ampiezza.

Il processo secondo il quale il segnale telefonico viene così trasformato può essere diviso, a scopo didattico, in tre stadi che si chiamano campionatura, quantizzazione e codificazione.

5. CAMPIONATURA.

La fig. 1 a) rappresenta una funzione del tempo di durata limitata a T secondi che si può immaginare riprodotta il segnale telefonico.

Ad essa corrisponde uno spettro di frequenza, anch'esso limitato, mostrato nella parte a sinistra della fig. 1 b); la frequenza superiore, per quanto detto prima, è di 3 400 p/s; per essere sicuri che questa sia effettivamente la frequenza massima contenuta nel segnale telefonico, quest'ultimo viene fatto passare attraverso un filtro passa basso con tale frequenza limite.

Si dimostra che per trasmettere la funzione della figura 1 a) basta trasmettere cortissimi campioni con cadenza teorica di 6 800 al secondo ossia con frequenza doppia della massima contenuta nello spettro del segnale. In pratica, si preferisce aumentare alquanto la cadenza della campionatura; si arrotonda la massima frequenza dello spettro di 3 400 p/s a $F = 4 000$ e si prelevano i campioni alla frequenza $2F = 8 000$ p/s; essi risultano

$$\text{intervallati di } \frac{T}{2F} = 125 \mu s.$$

Ne viene che i punti della funzione continua compresi tra i cortissimi trattini $A, B, C, D \dots$ sono ridondanti; basta quindi riuscire a trasmettere le ampiezze della funzione della fig. 1 a) in corrispondenza ai trattini $A, B, C, D \dots$ perchè si possa ricostruire alla ricezione la funzione. In altre parole, ottenuti alla ricezione i trattini $A, B, C, D \dots$, una ed una sola funzione continua del tempo non contenente frequenze superiori ad F può es-

⁽⁶⁾ Vedi Appendice.

sere tracciata attraverso di essi. La cosa trova la sua giustificazione logica nel fatto che se tutti i punti di una funzione continua portassero informazione, l'informazione contenuta in un tempo finito della funzione sarebbe infinita, il che è assurdo; è quindi solo un numero finito di punti della funzione che sono tra di loro indipendenti.

Si è così resa discreta nel tempo una funzione continua; il processo non introduce alcuna distorsione, la posizione nel tempo del treno di impulsi regolarmente spaziali non conta perchè essi si susseguono col ritmo di $2F$ per secondo (7).

A riprova di quanto sopra detto sta il fatto che la serie di Fourier che rappresenta la funzione segnale telefonico di durata T secondi della fig. 1 a) avrebbe nel caso teorico un numero infinito di termini, ossia di armoniche nella serie del coseno e del seno; nel caso presente invece, non contenendo la funzione da sviluppare frequenze superiori ad F , essa risulta univocamente determinata una volta noti i $2FT$ coefficienti delle due serie trigonometriche; manca il termine costante perchè — come detto prima — manca la componente continua.

La campionatura si esegue modulando con il segnale telefonico una serie di impulsi di cortissima durata (vedi fig. 1 c) che si susseguono con cadenza $2F = 8000$ al secondo allo stesso modo che l'onda di pressione sonora modula la corrente continua che alimenta il microfono; l'unica differenza sta nel fatto che in questo caso la cor-

sua modulazione con il segnale telefonico le cui frequenze sono comprese nella banda 300-3400 p/s. Risulta che, avendo adottato la cadenza di ripetizione degli impulsi di 8000, la banda laterale inferiore si estende verso il basso sino a 4600 p/s e quindi è distanziata di 1200 p/s dalla frequenza estrema di 3400 p/s della banda vocale modulante: è quindi evitata ogni sovrapposizione.

La fig. 1 b) mostra la sola frequenza fondamentale di campionatura di 8000 p/s con le sue due bande laterali; ma è da tenere presente che gli impulsi da modulare richiedono la presenza di moltissime armoniche di tale frequenza fondamentale le quali ricevono tutte le due bande laterali di modulazione; tali armoniche sono in numero tanto maggiore quanto minore è la durata degli impulsi stessi; il fatto poi che molte armoniche devono essere trasmesse e che tutte hanno le due bande laterali richiede che la banda occorrente sia molto ampia.

Si è così mostrato come la variabile tempo sia stata trasformata rendendola discreta e come sia stata introdotta la frequenza di campionatura il che fa sì che lo spettro delle frequenze del segnale originale passi nelle bande laterali della frequenza di campionatura stessa e delle sue armoniche. Rimane ora da considerare la terza variabile del segnale, ossia l'intensità, ma prima di entrare in merito alle modifiche che ad essa vengono apportate prima che essa venga trasmessa in linea, conviene fare una breve digressione per rendersi conto della capacità uditiva dell'orecchio umano e delle corrispondenti sensazioni.

6. QUELLO CHE L'ORECCHIO PUÒ SENTIRE E IL CERVELLO PERCEPIRE (8).

Un suono puro è caratterizzato da una certa frequenza e da una determinata intensità, quindi è individuato da un punto nel diagramma (vedi fig. 2) che ha per ascisse le frequenze espresse in p/s oppure in centesimi di ottava a partire da una frequenza di riferimento scelta arbitrariamente eguale a 1000 p/s e per ordinate l'intensità acustica misurata in dB rispetto all'intensità di $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (l'intensità acustica è la potenza acustica che attraversa l'unità di superficie) (9).

Suoni puri di intensità inferiore a un certo valore (variabile con la frequenza) non possono essere uditi; suoni puri di intensità superiore ad un certo valore (variabile con la frequenza) provocano sensazione dolorosa tale da mettere in pericolo l'integrità dell'orecchio; è quindi possibile tracciare sul piano frequenza-intensità due curve corrispondenti rispettivamente alla soglia dell'udibilità e a quella del dolore per orecchio medio normale (ossia non affetto da difetti fisiologici); tutti i punti dell'area compresa tra le due curve corrispondono a suoni puri di frequenza ed intensità singolarmente udibili.

Non tutti questi suoni però, anche se presenti singolarmente, possono provocare sensazioni distinte nel cervello, ossia possono essere percepiti distintamente l'uno dall'altro; basta pensare ad un suono puro di una determinata frequenza ed intensità; piccole variazioni in più o in meno della frequenza rispetto a quella iniziale non possono essere percepite; queste variazioni sono diverse a seconda dell'intensità del suono e a seconda della sua frequenza. Analogamente, piccole variazioni dell'intensità di un suono di una determinata frequenza non possono essere percepite e tali variazioni sono diverse a seconda della frequenza e dell'intensità.

Ciò equivale a dire che noi percepiamo i suoni in modo discontinuo ossia che noi quantizziamo sia in relazione alla frequenza che alla intensità; di conseguenza, mentre

(8) H. FLETCHER: *Speech and hearing*, 6ª ed., Van Nostrand C., New York, 1949.

(9) Per chi non fosse familiare con i decibel (dB) si ricorda che questa unità di misura corrisponde a 10 volte il logaritmo decimale del rapporto delle potenze; una intensità acustica 100 volte minore di $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ corrisponde a -20 dB, ecc.

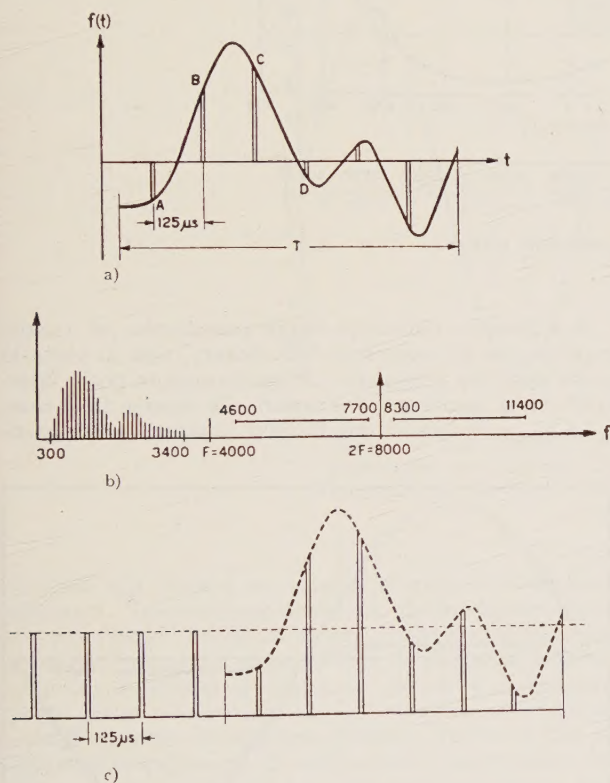


Fig. 1. — Campionatura del segnale telefonico: a) funzione del tempo riprodotte il segnale; b) spettro di frequenze corrispondente e le prime due bande laterali della frequenza fondamentale di campionatura derivanti dalla modulazione del segnale; c) modulazione di ampiezza degli impulsi col segnale.

rente modulata non è continua ma consiste di un treno di impulsi; l'ampiezza degli impulsi costituisce la componente continua presente nella funzione modulata.

Ritornando alla fig. 1 b), si vede segnata nella parte a destra la frequenza fondamentale $2F = 8000$ p/s di campionatura e le due bande laterali che derivano dalla

(7) B. M. OLIVIER, J. R. PIERCE, C. E. SHANNON: *The philosophy of PCM*. - «P.I.R.E.», novembre 1948, pag. 1324.

tutti i punti dell'area compresa tra le due soglie dell'udibilità e del dolore sono udibili, le percezioni sono di numero limitato e corrispondono ai rettangolini di area finita e variabile a seconda della posizione nei quali può essere scomposta l'area compresa tra le due soglie.

A dare un'idea approssimata della variabilità del numero delle percezioni nelle varie posizioni dell'area dei suoni udibili valgono i numeri scritti nei rettangolini di una colonna e di una riga della fig. 2; le aree tratteggiate rappresentano in scala molto ampliata con i loro lati le variazioni minime percepite sia in frequenze che

di intensità, ossia che la trasmissione avvenisse sulla base di un codice binario; non esisterebbe di conseguenza la condizione intermedia di segnale distorto.

Poichè però non è possibile assegnare un simbolo a ciascuna delle infinite ampiezze che possono essere assunte dai vari campioni, è condizione essenziale che tali ampiezze siano ridotte ad essere in numero finito: di qui la necessità di quantizzarle: ciò non è arbitrario perchè a questo modo non si fa che imitare quanto già compiuto dalla natura.

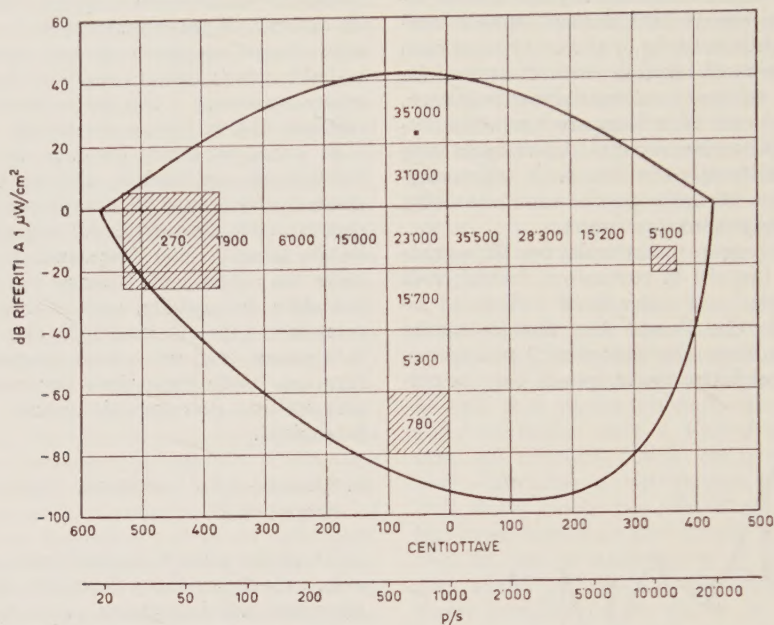


Fig. 2. — Area delle percezioni uditive.

in intensità in 4 posizioni tipiche del campo sonoro; il numero totale delle percezioni è — come ordine di grandezza — di circa mezzo milione. Situazione analoga vale anche nel caso della visione e delle altre sensazioni che noi percepiamo a mezzo dei nostri sensi ⁽¹⁰⁾.

7. QUANTIZZAZIONE.

Deriva dalla sommaria analisi fatta nel paragrafo precedente che la variazione continua dell'intensità come mostrata dalla curva del segnale telefonico della fig. 1 a) è inutile venga trasmessa perchè non sarebbe percepita; siccome le intensità sonore sono invece percepite solo per salti è il caso di trasmetterle quantizzate. La cosa è anche necessaria per la seguente altra ragione.

Se gli impulsi modulati in ampiezza fossero inviati in linea, essi risentirebbero dell'effetto del rumore eventualmente presente, verrebbero quindi variati in ampiezza e ne risulterebbe una distorsione nel segnale ricevuto e di conseguenza nel messaggio riprodotto. Ad evitare deformazioni del segnale durante il suo percorso sul mezzo che collega la stazione emittente con quella ricevente, si può pensare di contrassegnare il valore dell'ampiezza di ciascun campione con un determinato simbolo e trasmettere questo invece che il valore dell'ampiezza del campione; se le condizioni di rumore sul mezzo sono tali che alla ricezione consentono il riconoscimento del simbolo, l'ampiezza del campione è ricostruita in modo esatto; altrimenti la trasmissione, teoricamente almeno, non si dovrebbe effettuare. L'ideale sarebbe che non fossero possibili che due alternative; o trasmissione esatta o ad-

Non potendo l'intensità essere quantizzata per ragioni pratiche con la grana fina della natura, essa lo viene in modo assai più grossolano con relativamente pochi intervalli che si mantengono invariati alle diverse frequenze.

La fig. 3 ⁽¹¹⁾ mostra due funzioni continue, ed in parti-

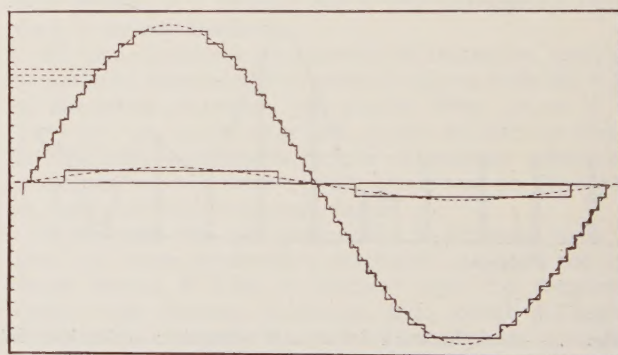


Fig. 3. — Quantizzazione di funzioni continue con intervalli di ampiezza costante.

colare due sinusoidi, una di grande e l'altra di piccola ampiezza, quantizzate con intervalli di valore costante; l'ampiezza che cade in un intervallo quantico, e che è inferiore al valore mediano dello stesso, è considerata eguale al limite inferiore dell'intervallo; se invece cade al di sopra del valore mediano è considerata eguale al li-

⁽¹⁰⁾ G. BOZZA: *L'uomo e la misura*. - «Strumentazione e automazione», gennaio 1958.

⁽¹¹⁾ W. R. BENNETT: *Noise in PCM systems*. - «Bell Labs. Rec.», dicembre 1948, pag. 495.

mite superiore; non vi sono valori intermedi. È chiaro che così operando si introduce rispetto alla quantizzazione della natura una granulosità tanto maggiore quanto maggiore è l'intervallo quantico; è anche chiaro che questa granulosità introduce distorsione, e che questa può essere assimilata all'effetto di un rumore.

Il rumore provocato dalla granulosità introdotta è tanto più dannoso quanto minore è l'ampiezza del segnale utile; viene quindi naturale pensare che segnali di piccola ampiezza dovrebbero essere quantizzati con intervalli piccoli, mentre gli intervalli quantici potrebbero aumentare di dimensione senza grandi inconvenienti in corrispondenza alle grandi ampiezze; d'altra parte la semplice ispezione della fig. 3 mostra come gli intervalli quantici costanti riproducono molto meglio la funzione di grande ampiezza che quella di piccola.

Da queste due considerazioni deriva la convenienza di usare piccoli intervalli quantici alle piccole ampiezze ed intervalli di dimensioni crescenti man mano che l'ampiezza della funzione aumenta. L'usare intervalli quantici di larghezza differente però darebbe luogo ad inconvenienti costruttivi di non poco conto; si rimedia quindi deformando la funzione come mostrato nella parte a destra della fig. 4 ⁽¹²⁾; dal confronto di essa con quella a sinistra risulta evidente l'introduzione della componente

grafo, il simbolo col quale si contraddistingue il valore dell'ampiezza quantizzata dei campioni, deve costituire un segnale elettrico perchè possa essere trasmesso sul mezzo ed esso non può essere che un seguito di impulsi se si vuole che la presenza degli stessi possa o non possa essere riconosciuta all'estremo ricevente.

Si tratta di disporre questi impulsi in modo che essi abbiano a rappresentare il valore numerico dell'ampiezza dei campioni prelevati dalla funzione continua nel tempo, ossia si tratta di contare utilizzando solo la presenza o l'assenza di un impulso in un dato intervallo di tempo che ha una data posizione a partire da una data origine; in altre parole, se la presenza dell'impulso viene caratterizzata dal simbolo uno e l'assenza dal simbolo zero, si tratta di contare con questi soli due simboli.

Conviene a questo punto abbandonare le considerazioni di trasmissione che sono state sviluppate nei paragrafi precedenti ed aprire una parentesi sul sistema di numerazione con simboli binari.

8. NUMERAZIONE CON SIMBOLI BINARI.

Per mettere in evidenza la differenza tra tale numerazione e quella alla quale si è normalmente abituati, si ritiene che non vi sia nulla di meglio che riportare per

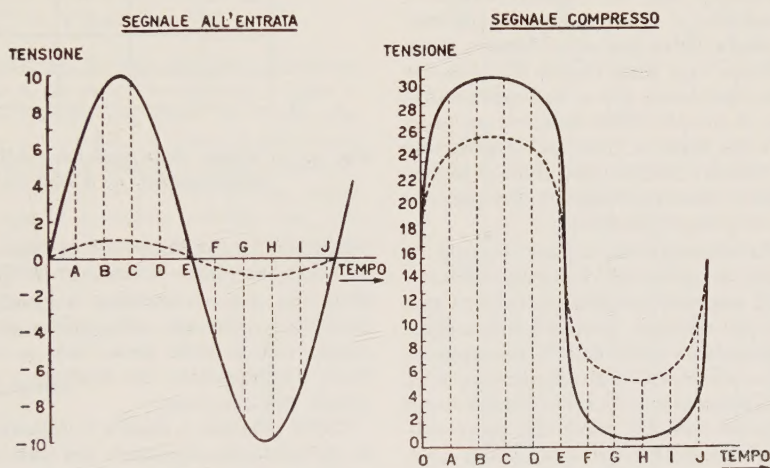


Fig. 4. — Deformazione dell'ampiezza delle funzioni per poter quantizzare con intervalli di ampiezza costante onde ridurre gli inconvenienti derivanti dalla quantizzazione come mostrata nella fig. 3.

continua alla quale si era accennato trattando della campionatura. Tale funzione deriva da quella segnata a sinistra attraverso l'azione di un compressore istantaneo che ne varia l'ampiezza secondo una determinata legge in modo da estendere le ampiezze piccole e comprimere quelle grandi: è evidente che ciò equivale ad avere intervalli quantici di ampiezza diversa. Va da sé che un apparecchio espansore di caratteristica esattamente opposta al compressore deve essere usato all'estremo ricevente per riportare le ampiezze della funzione alle giuste proporzioni.

La tensione di un'onda vocale, dai pianissimi di un debole parlante ai fortissimi di un forte parlante varia nel rapporto all'incirca da 1 a 1000. Se tutti gli intervalli quantici nei quali deve essere diviso questo campo di variazione fossero di eguale ampiezza e si volesse mantenere la distorsione entro limiti ristretti, occorrerebbero molti intervalli; invece facendo variare logicamente l'ampiezza degli intervalli si viene ad ottenere precisione quasi uniforme con un numero di intervalli non eccessivo.

Riprendendo il discorso fatto all'inizio di questo para-

esteso un brano del libro « Storia delle matematiche » di Gino Loria, pubblicato nel 1929.

« Il compito dello storico della matematica comincia nel momento in cui l'uomo senti il bisogno di contare e calcolare.

« Ora per far ciò è indispensabile avere a propria disposizione una serie di vocaboli atti a designare gli elementi della serie naturale; a tale scopo, invece di crearne "ad hoc", si usarono nomi di oggetti aventi relazioni palesi con gli elementi stessi. Così alle parole (già adoperate in altri significati) io, ali, trifoglio, mano, fu affidato anche l'ufficio di rappresentare i numeri uno, due, tre, cinque. Se non che è chiaro che, per quanto fosse fervida la fantasia e tenace la memoria degli aborigeni, ben presto essi si saranno trovati nell'impossibilità di designare con vocaboli sempre nuovi, scelti in base ad analogie spesso discutibili e di rado palesi, tutti i numeri che si possono concepire e poi di ricordare la nomenclatura prescelta. Per rimuovere questo ostacolo che frapponevasi allo sviluppo naturale della pratica del conteggio, si pensò di fissare nella serie omogenea dei numeri, alcuni individui (che possono chiamarsi "numeri fondamentali") succedentisi ad intervalli costanti, i quali funzionassero quasi da pietre miliari per giudicare del cammino

⁽¹²⁾ H. S. BLACK: *Pulse code modulation*. - « Bell Labs. Rec. », luglio 1947, pag. 265.

che il nostro pensiero deve percorrere per raggiungere un elemento qualunque di quella serie; fatto ciò, per caratterizzare il detto elemento, non si ebbe che indicare di quanto esso si scostasse dal numero fondamentale più prossimo inferiore.

« È questo il concetto che funge quale midollo spinale nei sistemi di numerazione oggi in uso presso tutti i popoli civili, sistemi i quali differiscono fra loro soltanto per l'ampiezza dell'intervallo scelto. Tranne rare eccezioni, tale ampiezza è 10; è questo un fatto notevole, che venne rilevato sino da tempi remotissimi e che diede origine alla seguente questione formulata da Aristotele nel suo libro dei Problemi: "Perchè tutti, tanto i barbari quanto gli Ellèni, contano per decine e non altrimenti?" »; ad essa il sommo filosofo rispose, con piena ragione, che ciò dipende dal fatto che le mani dell'uomo, naturale ausiliario nei calcoli aritmetici, hanno complessivamente dieci dita; la stessa spiegazione ha la presenza, in certi sistemi di numerazione in uso, dei numeri 5 e 20 ».

L'importanza di questi due ultimi numeri risulta dal fatto che, ad esempio, nella numerazione romana le prime cifre erano rappresentate da un'asta e da ripetizioni di essa mentre che al 5 fu assegnato il simbolo V, al 50 e al 500 i simboli speciali rispettivamente L e D; la preminenza del 20 (numero complessivo delle dita delle mani e dei piedi) è ricordata ancora oggi nel « quatre-vingt » e « quatre-vingt-dix » francese e nello « score » inglese. Quest'ultima parola è usata nella ben nota frase « three score and ten » per indicare i 70 anni che si riteneva essere il limite della vita dell'uomo ⁽¹³⁾ e nell'espressione di uso comune « scores of people » per indicare un gran numero di persone; ciò sta forse a ricordare l'antipatia dell'uomo per i grandi numeri; infatti una folla si indica con « ventine di persone » numero massimo che può essere contato sulle dita del corpo umano.

Esposti i principi della numerazione a base 10, oggi di uso si può dire generale, e chiaritane l'origine, occorre ricordare che gli antichi usavano simboli particolari per il 10 ed i suoi multipli; per esempio i romani indicavano il 10 con X che può riguardarsi come due V sovrapposti e rovesciati, il 100 ed il 1 000 con C e M rispettivamente; ciò mostra che essi non conoscevano lo zero; l'invenzione di questo simbolo, il quale, benchè privo di valore numerico, costituisce la colonna vertebrale della nostra aritmetica di posizione, sembra sia da attribuirsi agli abitanti dell'India e che sia avvenuta solo nei primi secoli dell'era volgare; la sua importanza fu capita dagli arabi che l'incorporarono nel loro sistema tanto che le cifre da noi usate attualmente dovrebbero correttamente indicarsi come indo-arabiche.

Per comprendere l'essenza dell'aritmetica di posizione si supponga il foglio diviso in una serie di colonne verticali (vedi fig. 5 a); il segno 1, che indica l'unità, scritto nella prima colonna a destra rappresenta il valore uno; nella seconda colonna contata da destra il valore 10; nella terza il valore 100, ecc. ma siccome il foglio sul quale si scrive non è diviso in colonne, e quindi non si ha il punto di riferimento per determinare in quale colonna risulta collocato il simbolo 1, onde indicare che esso deve intendersi collocato nella seconda colonna da destra è necessario mettergli a destra un simbolo o privo di significato; onde indicare che esso è nella terza colonna bisogna mettergli a destra due simboli 0, ecc. Il numero 10 quindi nell'aritmetica di posizione non è più rappresentato da un simbolo unico come lo era nell'antichità, ma da uno composto e lo stesso evidentemente avviene anche per i suoi multipli.

Se il simbolo 1 posto nella prima colonna a destra vale 1 e nella seconda vale 10, è necessario creare tutti gli altri simboli intermedi da 2 a 9; questa però è una complicazione notevole che può essere evitata se si passa

ad un codice binario basato solo sull'esistenza e non esistenza — in una determinata colonna — del simbolo 1.

Il sistema di numerazione normale, contenente i simboli 0 . . . 9 è a base 10: il sistema nel quale si riconosce

a)

.....	$10^3 = 1000$	$10^2 = 100$	$10^1 = 10$	$10^0 = 1$
				1
			1	
		1		
	1			

b)

.....	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$	VALORE DECIMALE
				1	1
			1		2
		1			4
	1				8
			1	1	3
		1		1	5
		1	1		6
		1	1	1	7

Fig. 5. — Valore della posizione della cifra significativa nella numerazione: a) a base 10; b) a base 2.

l'esistenza di un simbolo o la mancanza dello stesso deve di necessità essere a base 2; in questo caso la tabellina della fig. 5 a) si modifica in quella della fig. 5 b) ed il simbolo 1 collocato nella prima colonna vale 1, nella seconda vale 2, nella terza vale 4, ecc.; il valore 3 è dato dalla combinazione del simbolo 1 nella prima e nella seconda colonna, ecc.

Nella colonna a destra è indicato il significato secondo la numerazione decimale dei vari simboli; appare quindi evidente che a questo modo si potrebbe impostare un sistema di numerazione a base 2; le colonne vuote che si trovano a destra dei simboli dovrebbero essere occupate dallo zero per essere certi della posizione del simbolo significativo.

Per determinare la relazione tra la misura dell'informazione come mostrata al par. 3 con la numerazione a codice binario, si riprenda l'esempio del sistema che può a priori assumere 32 stati equiprobabili e che mediante l'informazione ottenuta dalle risposte a 5 domande si sa che ha assunto uno dei 32 stati, ad esempio lo stato 25. Le risposte elencate nell'ordine con cui sono state date sono:

SI SI NO NO SI

Se ora alle risposte si vuol assegnare un simbolo numerico, viene naturale attribuire zero a « no » e 1 a « si » ed allora il seguito delle 5 risposte diviene in codice binario

1 1 0 0 1

Noi scriviamo parole e numeri da sinistra a destra e vogliamo che nei numeri la prima cifra scritta sia quella di rango superiore per scendere poi di rango man mano che si scrivono le cifre successive terminando con l'unità nell'ultima cifra a destra ⁽¹⁴⁾. È evidente che trattandosi

⁽¹³⁾ A questo proposito, è recente la notizia che negli S. U. gli attuari assegnano alla nascita la vita probabile di 69,5 anni.

⁽¹⁴⁾ Questo fatto lo si riscontra in tutte le scritture: esso è stato rilevato da Hankel il quale ha dato il suo nome alla legge generale che lo rappresenta.

di stati che possono essere assunti da un sistema le frazioni di unità non hanno senso. La freccia al di sopra del numero binario scritto, come pure quelle sovrapposte alle tabelline della fig. 5, stanno ad indicare il senso del valore crescente dei simboli in dipendenza della posizione loro nel numero.

Il numero binario sopra scritto corrisponde a 25 in base decimale: infatti

$$1 \times 2^0 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^4 = 1 + 8 + 16 = 25.$$

Si è così mostrata la perfetta corrispondenza tra la numerazione a codice binario e la scelta tra «sì» e «no».

Il valore I dell'informazione derivante da 5 scelte tra «sì» e «no», oppure l'informazione che è contenuta in un numero di 5 cifre della numerazione a base 2 è espressa da

$$I = 5 \lg_2 2 = 5 \text{ bit.}$$

In generale, se il numero contiene G cifre e la base della numerazione è N , l'informazione espressa in bit è

$$I = G \lg_2 N \text{ bit.}$$

Nel caso della base 10, ossia per $N = 10$

$$I = G \lg_2 10 = G 3,32 \text{ bit}$$

ossia ogni cifra di un numero a base decimale contiene 3.32 bit di informazione e siccome un numero a base 2 contiene un bit di informazione per cifra, ne viene che a parità di informazione un numero a base binaria contiene in media 3.32 cifre più di quello a base decimale.

Di numerazioni a base binaria ve ne sono molte, basta ricordare, ad esempio, quella a codice riflesso che, per le prime 10 cifre della numerazione decimale, è mostrata nella tabella seguente assieme a quella prima descritta:

Decimale	Numerazione in codice binario	
	originale	riflesso
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101

Dal confronto della terza con la seconda colonna della figura si vede che il primo simbolo a sinistra è il medesimo nelle due numerazioni a codice: il secondo nella numerazione a codice binario riflesso è 0 oppure 1 se nel codice binario originale il secondo simbolo è uguale o diverso dal primo; così avviene anche per il terzo, per la scelta del quale occorre confrontare il secondo ed il terzo simbolo nel corrispondente numero a codice binario originale; analogamente dicasi per i successivi simboli.

Appare ancora dal confronto delle due numerazioni a codice binario che quella riflessa gode della proprietà che si passa da ciascun valore al successivo cambiando solo un simbolo, cosa che non sempre succede con quella originaria (vedi ad esempio il passaggio da 7 a 8). Questa proprietà è di importanza nelle macchine calcolatrici.

9. CODIFICAZIONE.

Risulta dai pochi accenni alla numerazione con base binaria esposti nel paragrafo precedente che al fine di rendere possibile la codificazione delle ampiezze dei cam-

pioni prelevati dal segnale, la quantizzazione debba essere eseguita con un numero di scalini eguale ad una potenza di 2 meno 1 a causa dello zero; si è trovato sperimentalmente che 127 scalini sono generalmente sufficienti e siccome $127 + 1 = 128 = 2^7$, ad ogni campione è assegnato un complesso di 7 intervallini in ciascuno dei quali può esserci o non esserci un impulso; il numero e la posizione degli impulsi nei 7 intervallini serve a definire i 128 valori che possono essere assunti dall'ampiezza dei campioni.

La fig. 6 riassume tutti i passi che intervengono tra il

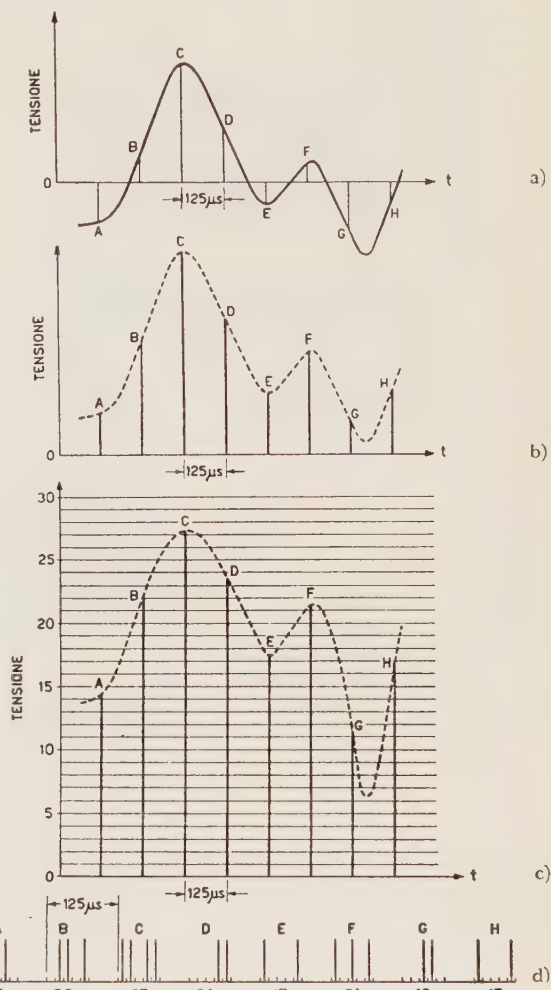


Fig. 6. — Successivi passi attraverso i quali un segnale telefonico è trasformato in segnale ad impulsi codificati.

segnale telefonico come emesso dall'apparecchio e gli impulsi di codificazione inviati in linea. Il diagramma superiore a) riproduce il segnale telefonico della fig. 1 a); il secondo diagramma b) mostra i campioni alla cadenza di 8000 al secondo ottenuti come indicato nella fig. 1 c); il terzo diagramma c) mostra la deformazione subita dai campioni per effetto del compressore che si suppone abbia la caratteristica indicata nella fig. 7; in esso sono anche indicati i livelli quantici; finalmente nell'ultimo diagramma d) sono indicati in scala più ampia gli impulsi che vengono trasmessi in linea per rappresentare in codice binario a 5 elementi (la riduzione del numero di elementi è dovuta solamente a ragioni di chiarezza della figura) i valori delle ampiezze dei vari campioni; si nota che i numeri in codice binario sono stati scritti alla rovescia di quanto era stato indicato precedentemente; la cosa non ha nessuna importanza dal punto di vista concettuale ed è giustificata dal fatto che, avendo noi l'abi-

tudine di scrivere e quindi di leggere da sinistra a destra, risulta così più facile individuare la posizione dell'impulso negli intervallini e quindi il valore dell'esponente della cifra 2 e di conseguenza il valore dell'impulso stesso.

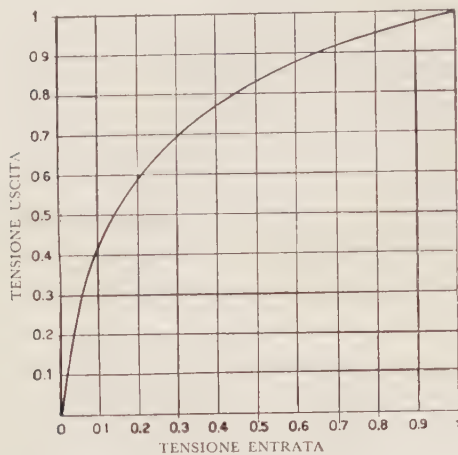


Fig. 7. — Caratteristica di compressione del segnale.

Appare come il segnale inviato in linea non abbia più alcuna relazione fisica con l'ampiezza del segnale originale.

10. PROTEZIONE CONTRO IL RUMORE.

È questa la ragione principale per la quale gli impulsi modulati in ampiezza vengono trasmessi in codice.

Una certa protezione contro il rumore di linea la si ottiene già con la quantizzazione; per convincersi, basta riferirsi alla fig. 8 la quale mostra due intervalli quantici consecutivi. L'ampiezza del segnale in un dato istante di campionatura è rappresentato da OP e quindi in linea

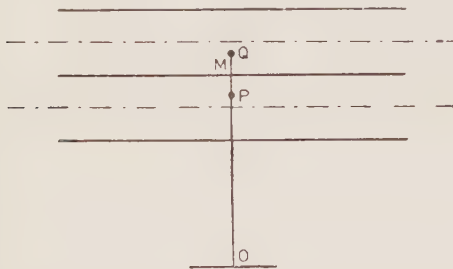


Fig. 8. — Protezione contro il rumore, conseguibile con la quantizzazione.

viene inviato il segnale corrispondente al livello quantico M ; il rumore presente in linea può far variare la posizione del punto M in modo del tutto casuale, ma finché M viene spostato nell'interno dell'intervallo compreso tra i due valori mediani degli intervalli quantici consecutivi (ad esempio nella posizione Q), il campione viene sempre riconosciuto alla ricezione come avente il valore OM indipendentemente dalla presenza del rumore; è chiaro che se il rumore raggiunge ampiezza eguale a metà dell'intervallo quantico il segnale in arrivo risulta falsato.

La vera protezione contro il rumore la si ottiene però con la codificazione. Infatti alla ricezione si esplora nel suo punto di mezzo l'intervallo di tempo assegnato a ciascun impulso per riconoscere se l'impulso è presente: perchè l'indicazione risulti sbagliata occorre che in quell'istante il rumore di linea sia tale da far scendere l'ampiezza dell'impulso al di sotto del valore di soglia del rivelatore; qualunque aumento dell'ampiezza dell'impulso

non influisce sul riconoscimento dell'impulso stesso; siccome l'ampiezza dell'impulso in partenza può variare entro un campo relativamente largo, non c'è che da limitare in modo appropriato la lunghezza della sezione di amplificazione ed agire sul valore di soglia (più alto è il valore di soglia e più protetti si è contro il rumore negli intervallini non occupati da un impulso) perchè alla ricezione l'impulso risulti riconoscibile.

11. AMPLIFICATORE RIGENERATORE DEGLI IMPULSI.

Il sistema di trasmissione in codice, oltre che offrire la notevole protezione contro il rumore vista precedentemente, presenta il grande vantaggio che il gruppo di impulsi ricevuto in ogni punto di amplificazione può essere rigenerato in modo che gli impulsi ripartano identici a quelli che furono emessi all'inizio del circuito; la distorsione derivante dai rumori nell'interno di una sezione di amplificazione non si compone con quella delle sezioni seguenti perchè le sezioni di amplificazione sono tra di loro del tutto indipendenti; questo fatto consente di tollerare in ogni sezione di amplificazione molto più rumore di quello che non sarebbe possibile con qualunque altro sistema, anzi ammette in ciascuna sezione di amplificazione tutta la distorsione che potrebbe essere tollerata sull'intero circuito; si ottiene così un'altra notevolissima protezione contro il rumore.

La fig. 9 indica in modo schematico e del tutto convenzionale il principio di funzionamento di un amplificatore rigeneratore ⁽¹⁵⁾; in alto è rappresentato il segnale

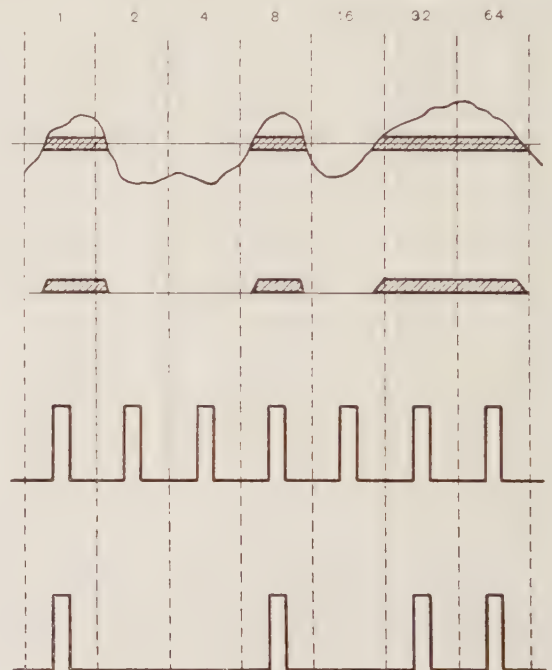


Fig. 9. — Rappresentazione schematica del principio di funzionamento dell'amplificatore rigeneratore d'impulsi.

come può essere ricevuto all'estremo di una sezione di amplificazione; si riconosce che leggendolo da sinistra a destra esso significa il numero 105; il segnale è molto distorto, ma finché è possibile ricavare da esso, mediante un procedimento che equivale ad un filtro di ampiezza, la fettina tratteggiata, il segnale è utile; non importa che essa risulti spostata rispetto agli estremi dell'intervallo corrispondente, basta solo che interessi la parte mediana dello stesso. Nella penultima riga è indicato un seguito

⁽¹⁵⁾ R. L. CARBREY: *Decoding in PCM*. - « Bell Labs. Rec. », novembre 1948, pag. 451.

di corti impulsi regolari situati al centro di ogni intervallo generati mediante un circuito risonante dall'amplificatore stesso; la coincidenza in un determinato intervallo della fettina tratteggiata ricavata dal segnale ricevuto e di uno di tali impulsi fa aprire una porta elettronica (equivale — a parte la maggiore velocità — alla chiusura del contatto di un relè), la quale consente che si stabilisca un impulso nell'intervallo voluto; si ottengono così gli impulsi regolari nel centro del relativo intervallo segnati sull'ultima riga.

Sulla stampa tecnica sono comparse descrizioni e studi teorici relativi a tali amplificatori rigeneratori ⁽¹⁶⁾ ⁽¹⁷⁾ e la

vicino alla linea di zero, ciò che aumenterebbe il pericolo che il disturbo abbia a falsare qualche segnale.

Uno dei modi di evitare questo inconveniente è quello di far sì che si impieghino codificazioni nelle quali gli intervallini occupati da impulsi siano in numero quanto più possibile eguale a quelli liberi, ossia codificazioni contenenti solo 4 oppure 3 impulsi. Le permutazioni con ripetizione di 7 oggetti dei quali 4 sono eguali fra loro e 3

eguali fra loro ma diversi dai primi sono $\frac{7!}{4! 3!} = 35$; siccome però gli impulsi possono essere 4 oppure 3, il nu-

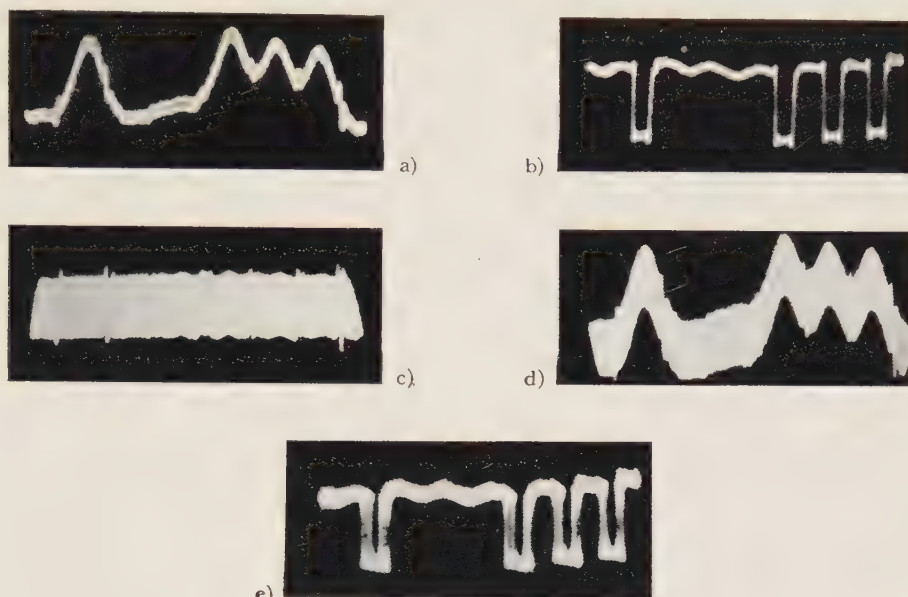


Fig. 10. — Oscillogrammi mostranti la protezione contro il rumore, ottenibile con segnali ad impulsi codificati: a) segnale ricevuto prima della rigenerazione; b) segnale a) rigenerato; c) spettro di rumore; d) segnale a) deformato dal rumore; e) segnale d) rigenerato.

fig. 10 mostra gli oscillogrammi che in un codice binario a 7 elementi rappresentano il numero 114; l'oscillogramma a) raffigura il segnale in arrivo; quello b) lo stesso dopo la rigenerazione; l'effetto della presenza del rumore in linea c) sul segnale a) è indicato dall'oscillogramma d) ed esso viene rigenerato come in e) che di ben poco si differenzia da b).

Quanto detto al par. 10 e l'esame della fig. 9 mostrano l'importanza che la soglia per il riconoscimento del segnale non sia troppo bassa, specialmente nel caso di linee molto rumorose come possono essere le giunzioni tra centrali urbane con apparecchiature di tipo elettromeccanico dove la chiusura e l'apertura dei contatti dei relè ed il funzionamento dei selettori generano usualmente disturbi notevoli che si propagano sulla linea.

Una sequenza troppo lunga di impulsi, ad esempio una codificazione di 7 impulsi (valore 127) seguita da una di 5 impulsi nei primi 5 intervallini (valore 31) costringerebbe gli impulsi ultimi della sequenza all'uscita di un trasformatore o di un condensatore ad abbassarsi notevolmente rispetto alla linea zero (vedi fig. 11). Il fenomeno è chiamato « migrazione dello zero » e obbligherebbe a situare la soglia del limitatore di ampiezza molto

mero totale di codici che a questo modo si possono utilizzare diviene $35 + 35 = 70$; quindi dei 127 scalini di quantizzazione se ne utilizzano solo 70; aumenta eviden-

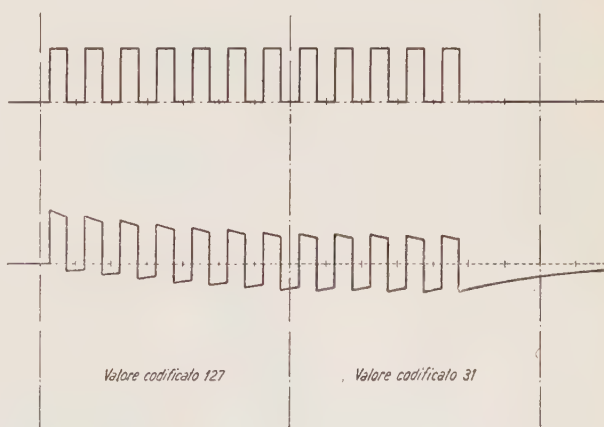


Fig. 11. — La migrazione dello zero.

temente il rumore di quantizzazione dovuto alla granulosità molto più accentuata, ma migliora la protezione contro il rumore esterno il che, nel caso delle reti urbane, potrebbe avere importanza preminente.

⁽¹⁶⁾ L. R. WRATHALL: *Transistorized binary pulse regenerator*. « B.S.T.J. », settembre 1956, pag. 1059.

⁽¹⁷⁾ E. D. SUNDE: *Self-timing regenerative repeater*. - « B.S.T.J. », luglio 1957, pag. 891.

12. ESEMPIO DI APPARECCHIATURA PER LA QUANTIZZAZIONE E LA CODIFICAZIONE.

Al par. 7 relativo alla quantizzazione e al 9 relativo alla codificazione si era trattato solo del concetto che sta alla base delle due operazioni, ma non si era affatto indicato il modo col quale tali due concetti possono essere tradotti in pratica.

Val la pena quindi di indicare per sommi capi il principio di funzionamento di un quantizzatore e codificatore per il caso nel quale si ritenga necessario impiegare solo 70 codici invece che 128 come indicato nel paragrafo precedente ⁽¹⁸⁾.

Con riferimento alla fig. 12 gli impulsi che corrispondono all'ampiezza dei campioni del segnale da trasmettere si presentano ad un complesso di discriminatori di

dalle altre, la separazione degli impulsi stessi è spaziale; basta esplorare le 7 sbarre con successione ciclica per convertire la separazione spaziale in temporale; è sotto questa forma che gli impulsi vengono inviati in linea.

All'ampiezza dell'impulso di un campione della funzione primitiva corrisponde univocamente una codificazione con 3 oppure 4 impulsi opportunamente disposti in 7 intervallini; non è quindi necessario che gli impulsi nei 7 intervallini rappresentino numericamente il valore dell'ampiezza dell'impulso: la codificazione ed il simbolismo che ne deriva è spinta quindi all'estremo.

La fig. 12 è disegnata in modo da far capire facilmente anche a chi non ha dimestichezza con la tecnica elettronica — quello che avviene; i mezzi effettivamente impiegati nella pratica realizzazione dell'apparecchiatura sono del tutto diversi da quelli rappresentati.

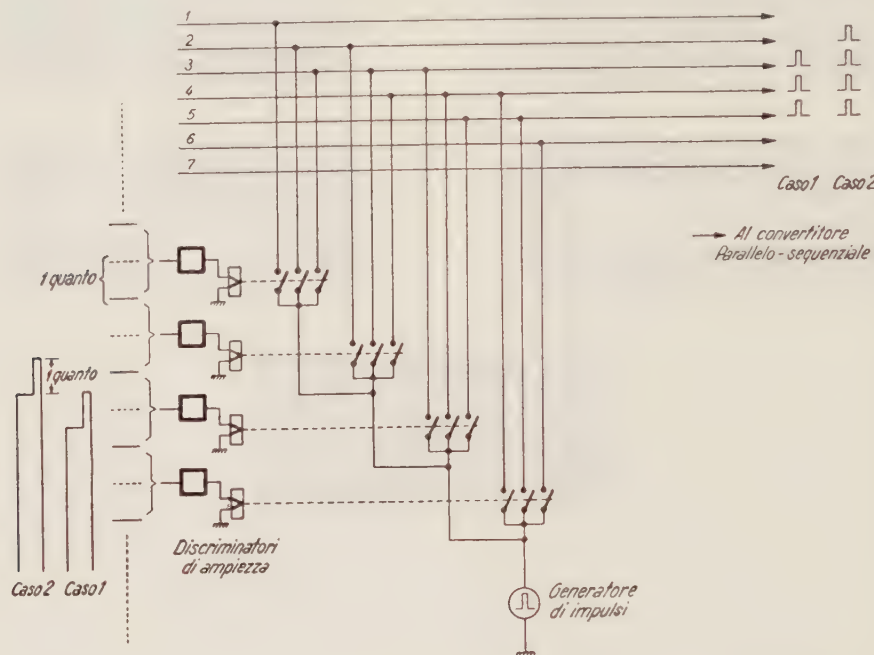


Fig. 12. — Rappresentazione simbolica di un particolare tipo di quantizzatore e codificatore.

ampiezza, le entrate dei quali sono tutte in parallelo; ciascun discriminatore di ampiezza copre due intervalli quantici successivi, quindi il loro numero risulta la metà dei 70 valori ammessi; nella figura ne sono segnati simbolicamente solo 4. All'impulso che corrisponde all'ampiezza dei campioni è sovrapposto un impulso di breve durata di ampiezza eguale all'intervallo quantico; quando un impulso con la sua ampiezza naturale e con quella che deriva dall'aggiunta del corto impulso quantico interessa solo un discriminatore (caso 1 della figura) si consente al generatore di impulsi di alimentare 3 sbarre che corrispondono al discriminatore in questione e che sono parte delle 7 che rappresentano i 7 intervallini per la codificazione: in questo caso la codificazione è fatta con 3 impulsi in 7 intervallini. Quando invece un impulso (caso 2 della figura) interessa con la sua ampiezza naturale un discriminatore e con quella aggiuntiva il discriminatore successivo, si consente al generatore di impulsi di inviarli su due serie successive di 3 sbarre, due delle quali però coincidono: la codificazione quindi avviene con 4 impulsi in 7 intervallini.

Siccome gli impulsi derivano tutti dallo stesso generatore, e sono avviati su 7 sbarre fisicamente distinte le une

13. DECODIFICAZIONE E RICOSTRUZIONE DELLA FUNZIONE PRIMITIVA.

Ritornando al caso in cui si impiegano tutti i 128 codici, i 7 impulsi, tutti di egual ampiezza, che caratterizzano con la presenza o l'assenza loro nei 7 intervallini consecutivi di tempo a loro assegnati uno dei 128 possibili valori discreti che possono essere assunti dall'ampiezza dei campioni dalla funzione che si trasmette, devono consentire la ricostruzione all'estremo ricevente dell'ampiezza del campione stesso o di un valore ad essa proporzionale.

La cosa è compiuta, ad esempio, mediante il circuito di Shannon composto da un condensatore e una resistenza in parallelo; la costante di tempo RC del circuito è scelta in modo che la tensione decresce esattamente della metà in ogni intervallo di tempo fra impulsi ⁽¹⁹⁾.

Si supponga che il valore dell'ampiezza del campione sia ancora 105 come nella fig. 9; è chiaro che tale valore deve essere scritto in codice binario alla rovescia del normale, ossia come i valori segnati nell'ultima riga della fig. 6; se il codice è a 7 elementi il numero 105 è rappresentato dagli impulsi segnati nella parte superiore della fig. 13 in quanto che essi sono già stati amplificati e rigenerati. Il primo impulso si supponga arrivi al tempo zero e dia una carica al condensatore proporzionale a 128; alla metà del secondo intervallo la carica è diminuita a 64; alla metà del terzo a 32; alla metà del quarto a 16;

⁽¹⁸⁾ Vedi Sistema telefonico multicanale PCM per giunzioni urbane nell'opuscolo SIRTU «Le guide d'onda nelle trasmissioni a lunga distanza» presentato al 7° Convegno internazionale delle comunicazioni, Genova 5-12 ottobre 1959.

a questo punto arriva il secondo impulso che porta ancora la carica 128 e quindi alla fine di esso il condensatore risulta caricato con tensione $16 + 128 = 144$; il processo si ripete finché alla fine dei 7 intervallini il condensatore risulta caricato con tensione 105.

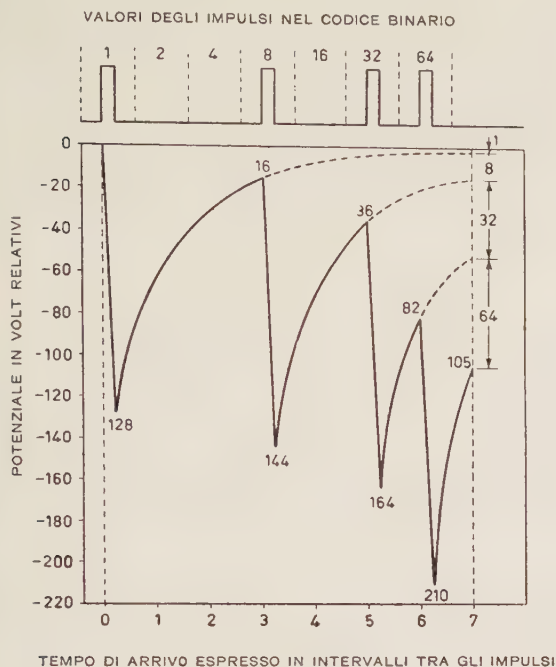


Fig. 13. — Decodificazione del segnale ricevuto.

La cosa può anche essere vista in quest'altro modo: il primo impulso, alla metà del 7° intervallo dopo di esso, si è ridotto al valore 1: il secondo, alla metà del 4° in-

tervallo alla cadenza di 8000 al secondo è necessario riottenere da essi la funzione primitiva. Ciò si consegue facendo passare gli impulsi che costituiscono i campioni attraverso un filtro passa basso con frequenza 3400 p/s ossia attraverso lo stesso filtro che all'inizio di tutto il processo era stato impiegato per essere certi che il segnale vocale da trasmettere non contenesse frequenze superiori alla voluta.

Per la trasformazione inversa di Fourier, all'uscita del filtro si ottiene una funzione continua che non contiene frequenze superiori a 3400 p/s, che ha valore coincidente con la primitiva in tutti i punti nei quali sono stati prelevati i campioni e che quindi deve coincidere con essa anche in tutti gli altri punti intermedi. La funzione impulsiva è stata riconvertita in funzione continua.

Il circuito decodificatore di Shannon non è che un esempio dei tanti dispositivi che possono essere impiegati per ricostruire da un segnale codificato l'ampiezza che da tale segnale è rappresentata.

Il decodificatore del sistema che utilizza solo 70 codici al quale è stato accennato al par. 12 utilizza un principio completamente diverso basato sull'impiego di un complesso di nuclei magnetici (vedi fig. 14). Ciascuno di tali nuclei possiede 9 avvolgimenti, dei quali 7 per ricevere gli impulsi, che possono essere contenuti o non nei 7 intervallini di codificazione; uno di eccitazione percorso da corrente continua che satura il nucleo e l'ultimo per l'uscita di una tensione che comanda uno dei tanti dispositivi che si possono immaginare per la ricostruzione dell'ampiezza dell'impulso di ciascun campione.

Essendo l'apparecchiatura disposta per lavorare — come detto precedentemente — su 70 livelli, vi sono 70 nuclei magnetici; 7 avvolgimenti di essi sono derivati da 7 sbarre comuni alimentate dal convertitore sequenziale-parallelo di ricezione.

Il nucleo destinato a ricevere un certo codice con 3 impulsi ha 3 dei suoi avvolgimenti collegati alle sbarre che portano gli impulsi della combinazione da ricevere (vedi ad esempio la combinazione 1010100 nella parte a sinistra della fig. 14), impulsi che determinano flusso in op-

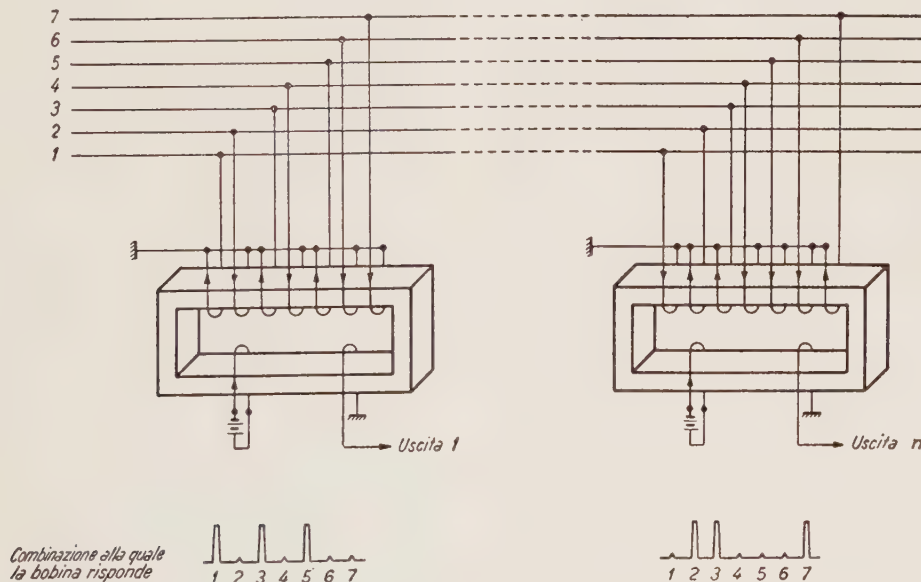


Fig. 14. — Rappresentazione simbolica del particolare tipo di decodificatore impiegato congiuntamente al quantizzatore e codificatore della figura 12.

tervallo contato dopo di esso, si è ridotto al valore 8; il terzo a 32; il quarto a 64; il sistema è lineare, quindi le tensioni si sommano a dare il totale di 105.

Ricostituiti così i campioni prelevati dalla funzione

posizione a quello continuo; i 4 rimanenti avvolgimenti collegati alle altre quattro sbarre determinano flusso concomitante.

La corrente continua di saturazione del nucleo è tale

che il flusso da essa generato può essere annullato solo se 3 avvolgimenti provocano flussi opposti a quello continuo.

È chiaro quindi che alla ricezione del codice corrispondente alla bobina circolerà corrente nei 3 avvolgimenti a flusso opposto e non circolerà alcuna corrente negli altri 4. I 3 flussi opposti così creati annullano il campo e nell'avvolgimento di uscita si avrà una f.e.m. impulsiva generata dalla variazione di flusso.

Deriva da ciò che la bobina non risponde ad altri codici. Per esempio, tutti i codici che contengono 4 impulsi sia pure comprendenti i 3 avvolgimenti a flusso opposto non sarebbero capaci di annullare il flusso continuo in quanto il quarto impulso si somma al flusso continuo e mantiene il nucleo in saturazione.

I nuclei magnetici hanno diametro di pochi millimetri; sono inseriti in fori circolari praticati alla periferia di un disco di materiale isolante di pochi millimetri di spessore; gli avvolgimenti consistono in un certo numero di giri di filo smaltato e terminano a terminali montati sul disco stesso il quale ha diametro di pochi centimetri.

Il sistema funziona in modo rigorosamente sicuro a meno che il rumore non sia tale da cancellare qualche impulso o di crearne di nuovi perchè funziona col principio binario del tutto o niente e non dipende dal fatto che l'ampiezza degli impulsi debba avere un valore esatto.

14. LA TRASMISSIONE DI IMPULSI.

Appare chiaro da tutta la trattazione precedente che il segnale telefonico è stato all'emissione convertito in una serie di impulsi di tipo telegrafico i quali sono stati poi trasmessi in linea.

Nel caso di impulsi occorre considerare la velocità con la quale essi possono venire trasmessi e mettere da parte per il momento il concetto di frequenza che è specialmente legato al regime permanente di funzioni sinusoidali e quindi quello della banda necessaria a trasmettere tali frequenze.

Per avere un'idea della trasmissione telegrafica ci si riferisca alla fig. 15 che rappresenta un segnale telegrafico in corrente continua di macchina telescrivente aritmica a 5 elementi. La presenza di corrente continua in linea significa macchina a riposo (condizione di «stop»); non appena la corrente si interrompe si innesca la macchina e si effettua la condizione di «start»; il segnale propriamente detto è costituito da un seguito di 5 intervalli nei quali può o non può esserci l'impulso; il numero di intervalli al secondo è la velocità telegrafica in Baud; con la velocità normale di 50 Baud la durata dell'intervallo elementare è di 20 ms ed altrettanto dura la condizione di «start» all'inizio del segnale; il segnale propriamente detto dura $5 \times 20 = 100$ ms. Gli intervalli sono analizzati nel loro punto di mezzo per riconoscere o meno la presenza dell'impulso di corrente continua; quindi la prima analisi è eseguita a 30 ms dopo lo «start». Alla fine del segnale si verifica la condizione di «stop» che nelle macchine moderne dura anch'essa 20 ms; alla fine di essa si disinnesca la macchina.

La trasmissione di una lettera costituita dal segnale più lo «start» e lo «stop» dura 140 ms quindi si possono trasmettere $\frac{1000}{140} = 7,15$ lettere per secondo, ossia $7,15 \times 60 = 429$ lettere al minuto, velocità questa di una ottima dattilografia.

L'analisi che alla ricezione si compie in ogni intervallo è rivolta a riconoscere se c'è o non c'è l'impulso, essa corrisponde quindi ad una scelta binaria ossia ad un bit; ne viene di conseguenza che 50 Baud equivalgono a 50 bit al secondo: una moderna macchina telescrivente per trasmettere informazioni richiede velocità di 50 bit/s; effettivamente il flusso di informazioni utili è solo di $50 \frac{5}{7} = 36$ bit/s circa.

È chiaro che nel caso di impulsi non si dovrebbe considerare che la velocità loro di trasmissione; occorre però determinare l'ampiezza della banda che la linea deve possedere affinché gli impulsi possano essere riconosciuti all'estremo ricevente e siccome l'ampiezza di banda è misurata in p/s così occorre poter convertire i Baud in p/s.

Dalla fig. 15 appare che un impulso seguito da un intervallo può essere assimilato ad un periodo, quindi nel caso di un segnale costituito da impulsi alternati da intervalli che dà luogo alla massima velocità possibile di

trasmissione, 50 Baud corrispondono a $\frac{50}{2} = 25$ p/s.

In telegrafia a c.c. come mostrato dalla fig. 15 si ritiene che l'impulso rettangolare venga ricevuto con i

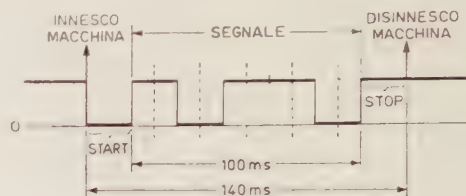


Fig. 15. — Segnale telegrafico in corrente continua di macchina telescrivente aritmica a 5 elementi.

fianchi non troppo inclinati e quindi sia certamente al di sopra della soglia che consente un sicuro riconoscimento quando la banda passante è

$$\frac{50}{2} \times 1,6 = 40 \text{ p/s.}$$

Applicando il coefficiente di maggioranza 1,6 alla banda teorica di 25 p/s per ottenere quella di 40 p/s che si ritiene necessaria in pratica, si scambia ampiezza di banda con semplificazione di apparecchi riceventi e sicurezza di esercizio, oppure — ciò che fa lo stesso — con ampiezza del segnale. La banda da trasmettere non dipende più univocamente dalla frequenza del segnale, ma anche dalla capacità che le apparecchiature alla ricezione hanno di riconoscere la presenza dell'impulso nei vari intervalli. Sulle lunghe distanze poi la trasmissione viene eseguita impiegando telegrafia armonica, ossia modulando frequenze portanti contenute nella banda vocale con il segnale telegrafico; per il fatto che è necessario trasmettere la componente continua, tale trasmissione, quando la modulazione è di ampiezza, richiede la doppia banda a meno di non usare procedimenti molto complessi; quindi la telegrafia armonica ha bisogno di larghezza di banda di ± 40 p/s ossia di 80 p/s; i 24 canali telegrafici che possono essere contenuti in un canale telefonico devono essere separati da filtri, quindi la banda lorda che occorre (quella che effettivamente si paga) è di 120 p/s per canale.

Il concetto dello scambio dell'ampiezza del segnale con larghezza di banda visto nel caso della trasmissione telegrafica appare evidente anche nel caso della trasmissione telefonica quando il segnale telefonico è convertito all'emissione in una serie di impulsi come descritto precedentemente.

Infatti si era visto che la funzione primitiva $f(t)$ della durata di T secondi poteva essere riprodotta con la trasmissione $2FT$ campioni elementari della funzione stessa e che il valore di ciascuno di tali campioni doveva essere caratterizzato da un gruppo di n impulsi binari nel caso che il numero di valori discreti che potevano essere assunti dalle ampiezze dei campioni fosse $s = 2^n$ ossia che la funzione fosse stata quantizzata con $(s - 1)$ intervalli.

Si tratta quindi di trasmettere $2FTn$ impulsi invece che $2FT$ e la banda a ciò necessaria ha ampiezza n volte maggiore di quella che sarebbe stata richiesta dalla tra-

missione dei $2FT$ impulsi, quindi la protezione contro il rumore ottenuta codificando con n impulsi è stata pagata con la necessità di allargare n volte la banda.

Si è così ancora scambiata ampiezza di banda contro protezione dal rumore ossia contro ampiezza di segnale, perchè una analoga protezione sarebbe stata possibile aumentando opportunamente l'ampiezza del segnale in quanto quello che conta è solo il rapporto segnale/disturbo.

Viene allora naturale cercare quale sia effettivamente l'essenza delle relazioni fra tre variabili del segnale: frequenza, tempo e ampiezza. Per far questo bisogna ricorrere alla teoria dell'informazione la quale dice che il contenuto potenziale I di informazioni trasmesso in un tempo T da un segnale che contiene la massima frequenza F e che può assumere s valori discreti distinti è espresso da

$$I = 2FTn = 2FT \log_2 s \quad \text{bit}$$

ciò perchè il riconoscere la presenza o meno di un impulso in un intervallino equivale a fare una scelta binaria, ossia fornisce un «bit» di informazione.

Appare dalla formula che una funzione continua trasmetterebbe un contenuto potenziale infinito di informazione; questo non è in contraddizione con quanto fa la natura perchè una funzione continua nell'intensità è — come si è visto — un'astrazione in quanto che essa non può effettivamente essere percepita che in un numero finito di gradini.

Il contenuto potenziale di informazioni del segnale codificato deve essere identico a quello del segnale costituito dagli impulsi solo modulati in ampiezza ossia prima della codificazione, perchè quest'ultima non fa che modificare la struttura del segnale per renderlo più protetto contro il rumore, ma non aggiunge o toglie nulla al contenuto potenziale di informazioni. Il contenuto potenziale di informazioni del segnale prima della codificazione può quindi essere rappresentato dal parallelepipedo stretto ed alto della fig. 16 perchè la banda occupata dal segnale ha la massima frequenza F , il segnale ha la durata T e l'ampiezza di esso è espressa col logaritmo (a base 2) del numero dei valori s che i campioni possono assumere ⁽¹⁹⁾.

Se il messaggio non contiene informazioni inutili che possono essere eliminate senza alterarlo, i lati del parallelepipedo possono essere compressi oppure allungati purchè non venga cambiato il volume del solido. Questo è appunto quello che succede con la codificazione.

Una volta codificati i valori dei campioni, si devono prendere in considerazione per s solo 2 valori perchè gli impulsi possono essere o non essere presenti; $\log_2 s = 1$ quindi l'altezza del parallelepipedo si riduce a 2 mentre il lato della frequenza si allunga — come visto in precedenza — divenendo $nF = F \log_2 s$.

La quantità potenziale di informazione che viene trasmessa al secondo è:

$$R = 2Fn = 2F \log_2 s \quad \text{bit/s.}$$

Si era visto che $F = 4000$ p/s e che praticamente debba essere $s = 128 = 2^7$, quindi per la parola si devono trasmettere: $R = 2 \cdot 4000 \cdot 7 = 56000$ bit/s.

Una analoga deformazione del parallelepipedo iniziale il cui volume corrisponde al contenuto potenziale di informazione è stata praticata in occasione del viaggio della regina d'Inghilterra nel Canada perchè in tale occasione sono state eseguite trasmissioni televisive sul primo cavo sottomarino del Nord Atlantico collegante l'Inghilterra con gli S.U. ed il Canada.

È stato usato un normale canale per la trasmissione dei programmi musicali avente banda disponibile 50-6500 p/s opportunamente equalizzato di fase nel quale il se-

gnale video si estendeva da 500 a 5500 p/s ⁽²⁰⁾. Se si pone mente che la larghezza di banda necessaria per la definizione adottata in Inghilterra è di 3 MHz si vede come la riduzione è stata molto forte e che di conseguenza il tempo che la trasmissione ha richiesto è stato molto

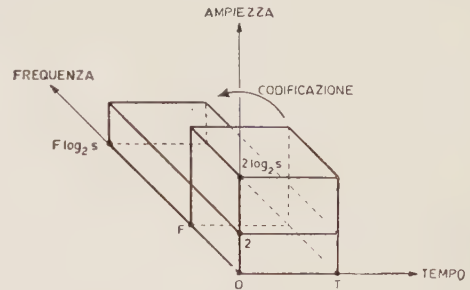


Fig. 16. — Modifica delle variabili del segnale derivante dalla codificazione.

lungo, ciò che rende il sistema possibile solo per scene corte.

Val la pena di notare che l'energia espressa in erg del segnale elettrico nel quale sono stati trasformati i segni costituenti il messaggio è rappresentata da un parallelepipedo analogo a quello iniziale della fig. 16 avente per lati: tempo, ampiezza e tensione.

Per trasmettere il flusso di informazioni potenziali di 58000 bit/sec necessario per la telefonia codificata, sarebbe teoricamente necessaria banda di 28000 p/s; la banda invece che si impiega in pratica è di 56000 p/s, quindi il coefficiente di maggiorazione che nel caso del telegrafo era 1,6 ora è 2. La ragione della cosa è che nel caso del telegrafo l'impulso quando era presente occupava tutto l'intervallo che gli era destinato, mentre che nel caso della telefonia codificata l'impulso di codificazione o dura solo la metà dell'intervallo, oppure secondo altre tecniche è costituito da due impulsi eguali, uno positivo e uno negativo, in ciascun intervallo: effettivamente quindi i Baud corrispondono in questi casi ai p/s. Ciò deriva dalla necessità di eccitare con semplicità nel circuito risonante di ciascun amplificatore la sequenza degli impulsi regolari mostrata nella penultima riga della fig. 9 i quali occorrono per poter rivelare e quindi rigenerare il segnale. Si ammette quindi uno spreco di banda pur di impiegare apparecchiature relativamente semplici e soprattutto tali da ottenere con la rigenerazione degli impulsi di codificazione una efficace protezione contro il rumore.

L'enorme larghezza di banda che è richiesta dalla telefonia codificata rispetto a quella normale deriva dal fatto che l'informazione codificata viene trasmessa con solo due livelli mentre che nel circuito telefonico normale la dinamica delle voci è tale da poter essere ben rappresentata da 128 valori e dal fatto che è stato applicato il coefficiente di maggiorazione 2 per rendere semplice l'amplificatore rigeneratore.

Quando gli impulsi codificati vengono usati nelle reti urbane, nel quale caso 24 canali vengono trasmessi su di un sol circuito a 2 vie con sistema a divisione di tempo, non vi è perdita di banda per i filtri di separazione, ma solo per il fatto che si ritiene utile aggiungere un ottavo impulso di sincronizzazione per marcare con precisione l'inizio dei treni di impulsi che si riferiscono a ciascuno dei 24 canali; quindi la banda necessaria diviene $2 \cdot 400 \cdot 8 = 64000$ p/s. Nel caso di trasmissione su guide d'onda i gruppi di canali dovranno presumibilmente venire spostati nella banda delle frequenze utilizzate e quindi vi sarà con ogni probabilità altra banda perduta per necessità di separazione, però ciò non è oggi noto a chi scrive.

⁽²⁰⁾ R. J. H. - A.R.A.R.: *Her Majesty the Queen's visit to Canada Television news films over the transatlantic telephone cable.* «P.O.E.E.J.», vol. 52, Parte 2ª, luglio 1959, pag. 140.

⁽¹⁹⁾ H. F. MAYER: *Prinzipien der Pulse-Code-Modulation*, 1952.

15. IL FLUSSO DI INFORMAZIONI POTENZIALI SU DI UN CIRCUITO TELEFONICO NORMALE.

Mentre è facile determinare il flusso di informazioni potenziali in un canale telegrafico e in un canale telefonico nel caso di trasmissione ad impulsi codificati, non altrettanto agevole è determinare il flusso di informazioni potenziali su di un normale canale telefonico perchè esso dipende dal flusso di informazioni potenziali del canale umano.

Si era visto nell'Appendice che nel caso dei 7 testi campioni italiani comprendenti in totale 5 206 lettere erano stati letti da 22 persone in un tempo medio totale di 380 s; quindi i 12,8 suoni che si pronunciano al secondo corrispondono nella lingua italiana a 13,9 lettere.

Il prof. R. Manfrino nel suo studio « L'entropia della lingua italiana ed il suo calcolo » ⁽²¹⁾ determina che il numero medio di bit che corrispondono ad una lettera nelle parole italiane è di 2,24, valore questo molto vicino a quello di 2,10 bit per lettera nella lingua inglese.

Però nelle normali conversazioni telefoniche si parla una lingua ben diversa da quella dei 7 testi letti di cui si era trattato nell'Appendice. La cosa è mostrata, non per la lingua italiana, ma per quella inglese dallo studio ⁽²²⁾ che può essere riassunto come segue.

Osservando conversazioni su circuiti interurbani tipici terminanti a New York furono registrate 79 390 parole e tra di esse se ne trovarono solo 2 240 diverse.

Delle 2 240 parole diverse, solo 737 parole con le loro ripetizioni formano il 96 % del totale; di qui si rileva il piccolo numero di parole che sono impiegate normalmente nelle conversazioni: ciò costituisce la principale differenza tra la lingua scritta e quella parlata. La cosa è messa in evidenza dalla fig. 17 nella quale sono segnate due curve cumulative che forniscono il rapporto in % tra il numero delle parole diverse disposte nell'ordine con il quale esse ricorrono e quello di tutte le parole impiegate; per esempio nell'inglese parlato le 30 parole più comuni formano il 50 % delle parole impiegate in totale mentre che in quello scritto ne occorrono 69; così pure in conversazione le 155 parole più frequenti formano l'80 % del totale mentre in quello scritto ne occorrono 640.

Le 737 parole che ricorrono così frequentemente da costituire il 96 % delle 79 390 parole osservate durante le conversazioni telefoniche sono composte in media da 3,5 lettere, mentre la lunghezza media della parola scritta è di 4,5 ÷ 4,7 lettere ⁽²³⁾ ⁽²⁴⁾. Se si ammettesse poi per la lingua italiana parlata al telefono la stessa riduzione nel numero delle lettere trovata per la lingua inglese ossia

$\frac{4,6}{3,5} = 1,31$, nella conversazione telefonica in italiano si dovrebbero pronunciare suoni corrispondenti a

$\frac{13,9}{1,31} = 10,6$ lettere/s.

Lo Shannon nella pubblicazione ⁽²⁵⁾, estrapolando i risultati ottenuti con un metodo sperimentale di previsione delle lettere che seguono in un testo inglese un numero via via crescente di simboli già noti, arriva a determinare che l'informazione connessa al centesimo simbolo dopo dei 99 precedenti già noti è alquanto inferiore a 1 bit.

Altri invece ⁽²⁶⁾ trovano 2 bit/lettera: è quindi molto

⁽²¹⁾ « Alta Frequenza », febbraio 1960, pag. 4.

⁽²²⁾ N. R. FRENCH - C. W. CARTER JR. - W. KOENIG JR.: *The words and sounds of telephone conversations*. - « B.S.T.J. », aprile 1930, pag. 290.

⁽²³⁾ C. E. SHANNON: *Prediction of entropy of printed English*. « B.S.T.J. », gennaio 1951, pag. 50.

⁽²⁴⁾ Gen. L. SACCO: *Manuale di crittografia*, Roma, 1947.

⁽²⁵⁾ Sono NEWMAN e GERSTLAN citati nella pubblicazione [27].

difficile stabilire un dato esatto tanto più che non è possibile prescindere dagli stretti legami logici tra una parola e le successive; se si assumesse l'informazione media di 1,5 bit/lettera risulterebbe che l'informazione del canale umano che parla in italiano al telefono sarebbe

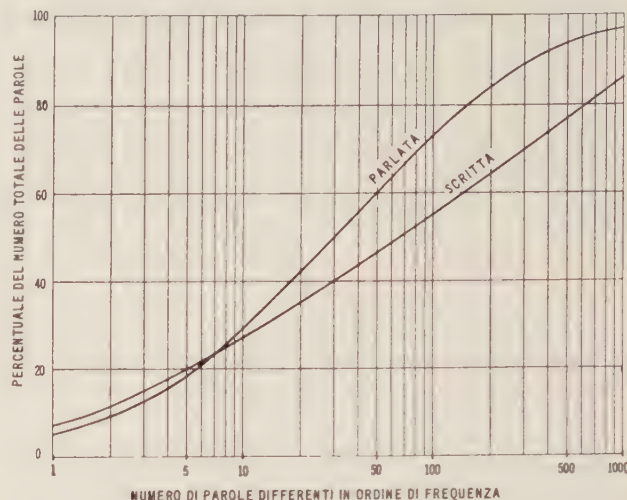


Fig. 17. — Curve cumulative per il numero delle parole diverse nella lingua inglese parlata e scritta.

di circa $10,6 \cdot 1,5 = 16$ bit/s ossia in cifra tonda 20 bit/s. Nella pubblicazione ⁽²⁶⁾ nella quale però le persone impiegate per l'esperimento parlano il più presto possibile e talvolta con liste di parole speciali, si è arrivati ad un massimo di 40 ÷ 50 bit/s.

Si è ora in grado nella tabella seguente di paragonare i vari sistemi di comunicazione precedentemente esaminati.

	Telegrafia con modu- lazione di ampiezza	Telefonia		
		(*) con vocoder	normale	codifi- cata
Velocità Baud . . .	50	—	—	56 000
Flusso di informazioni utili, bit/s	36	20	20	56 000
Banda teorica neces- saria, p/s	25	300	300	28 000
Banda netta pratica- mente neces., p/s .	$\pm 40 = 80$	600	3 000	56 000
Coeffic. di maggioraz. Banda lorda, p/s . .	$2 \times 1,6 = 3,2$	2	10	2
Utilizzaz. della banda lorda, %	120	600 (?)	4 000	64 000
Bit trasmessi per p/s di banda lorda . .	66,6	50 (?)	75	87,5
	0,3	0,03 (?)	0,005	0,875

(*) In appendice la descrizione del vocoder.

(La ragione dei 64 000 p/s di banda lorda nel caso della trasmissione telefonica codificata verrà spiegata nel paragrafo successivo).

La tabella mostra la pessima utilizzazione del canale telefonico normale; il grande aumento di banda lorda ($64\,000/4\,000 = 16$) della telefonia codificata rispetto alla normale perchè nella prima si trasmettono solo 2 livelli invece che i 128 della seconda: tale aumento costituisce

⁽²⁶⁾ J. R. PIERCE - J. E. KARLIN: *Reading rates and the information rate of a human channel*. - « B.S.T.J. », maggio 1957, pag. 497.

— come si è già visto — il prezzo che si deve pagare per ottenere una efficace protezione contro il rumore; ed infine quanto sia economica la trasmissione telegrafica.

16. UTILIZZAZIONE MULTIPLA A DIVISIONE DI TEMPO DEL MEZZO DI TRASMISSIONE.

Si è visto come la codificazione offra una efficace protezione contro il rumore e che la quantizzazione è necessaria per poter codificare; si è pure visto che i punti di una funzione continua nel tempo non contenente frequenze superiori a 3 400 p/s compresi tra quelli prelevati alla cadenza di 8 000 al secondo sono ridondanti e che quindi possono non essere trasmessi.

Negli intervalli di 125 μ s, che intercorrono tra i campioni prelevati dalla funzione del tempo che corrisponde ad una comunicazione, possono essere inseriti campioni aventi la stessa cadenza che si riferiscono ad altre comunicazioni, purchè la distanza tra questi treni di campioni sia tale da contenere i 7 intervallini — dato che ci si è sempre riferiti a 128 valori quantici — riservati agli impulsi che caratterizzano il valore dell'ampiezza di ciascun campione.

Si ritiene che a tal modo possano oggi essere trasmesse 24 comunicazioni sullo stesso mezzo il quale viene utilizzato in modo multiplo non già con divisione di frequenza, ma con divisione di tempo.

La successione temporale di questi campioni è mostrata in modo del tutto schematico dalla fig. 18.

Si è però constatato — come già accennato in precedenza — che risulta opportuno aggiungere un ottavo im-

tervenuti è sceso a circa 25 km ⁽²⁷⁾. In America si stima che l'applicazione dei transistori ed in generale dei componenti elettronici a stato solido ai sistemi a divisione di frequenza non possa portare ad economie sensibili a causa della presenza dei filtri il cui costo è parte rilevante delle apparecchiature terminali; questa è la ragione per la quale nel gruppo Bell sembra che si sia arrivati alla conclusione che tali sistemi non possano trovare utile impiego nelle aree urbane dove le distanze tra i concentratori di linea e le relative centrali e tra le centrali stesse sono ancora inferiori al limite di convenienza oggi raggiunto; si pensa quindi decisamente di passare ad un principio diverso di utilizzazione multipla, ossia alla divisione di tempo.

D'altra parte i cavi urbani, posati generalmente da molti anni e quindi costruiti solo per l'impiego delle frequenze vocali, sono rumorosi sia per la diafonia che su di essi si manifesterebbe alle frequenze portanti, sia perchè servono sistemi di commutazione elettromeccanici i quali sono di per se essenzialmente rumorosi.

Le seguenti due condizioni: divisione di tempo e protezione contro i rumori sembra rendano specialmente adatto il sistema di trasmissione in codice di impulsi modulati in ampiezza all'impiego delle aree urbane.

In America si ritiene che sia specialmente favorevole impiegare un sistema a 24 canali; si è visto che esso occupa una banda di circa 1,5 MHz: il trasmettere una banda di questa ampiezza sui cavi vecchi, costruiti solo per le frequenze vocali, è certamente molto arduo; però il vantaggio è notevole perchè la potenzialità dei cavi si può ritenere venga presso a poco decuplicata: infatti il

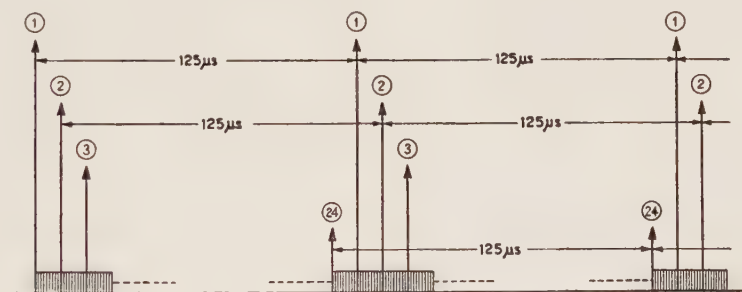


Fig. 18. — Utilizzazione multipla a divisione di tempo del mezzo di trasmissione.

pulso ai 7 necessari per la codificazione al fine di fissare nel tempo l'inizio di ciascuno dei 24 successivi treni di impulsi i quali caratterizzano i valori dei campioni prelevati dalle 24 comunicazioni; questo ottavo impulso è ridondante dal punto di vista dell'informazione, però deve essere trasmesso, quindi si devono generare: $2 \times 4\,000 \times 8 \times 24 = 1\,536\,000$ impulsi al secondo; tale è anche la larghezza in p/s della banda necessaria alla trasmissione; la durata dell'intervallo riservata a ciascun impulso risulta di circa 0,65 μ s.

17. APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI TRASMISSIONE IN CODICE DI IMPULSI ALLE AREE URBANE.

Nei circa 40 anni di vita dei sistemi di trasmissione con utilizzazione multipla dei circuiti a divisione di frequenza (i primi sistemi a pochi canali su linee aeree furono messi in servizio negli Stati Uniti nel 1918) la tendenza che si riscontra nel loro sviluppo è quella di continuamente ridurre il costo delle apparecchiature terminali al fine di poter rendere economicamente conveniente l'impiego di tali sistemi su distanze sempre più piccole. Infatti nel gruppo Bell degli Stati Uniti si riteneva nel 1945 che il limite di convenienza fosse di circa 150 km, oggi invece tale limite, con la miniaturizzazione dei componenti, con l'impiego del compandor e con i progressi tecnologici in-

sistema è a 2 vie, quindi occorrono due paia per 24 canali, ossia si ottengono 12 canali per paio; qualche paio si può pensare occorra per altri servizi oppure vada perso perchè non adatto.

La convenienza di utilizzare in modo molto maggiore di quello attuale i cavi esistenti deriva dallo stato di congestione in cui si trova generalmente il sottosuolo nei grandi centri urbani; stato che rende difficile trovare il posto per installare nuove tubazioni a molti fori per la posa dei nuovi cavi richiesti dall'aumento dell'utenza; va inoltre tenuto presente il gravissimo disturbo che i lavori nel sottosuolo delle grandi città portano alla circolazione e le conseguenti notevolissime spese richieste per l'esecuzione di lavori del genere.

Si potrà pensare che le grandi città italiane Milano, Roma, Torino, ecc. hanno già ora densità di abbonati telefonici che stanno bene a confronto con quelle delle grandi città europee e anche con molte degli Stati Uniti, e che quindi non è il caso di preoccuparsi di futuri grandi aumenti di utenza. Si ritiene però molto probabile un incremento nel numero degli abitanti delle grandi città molto superiore a quello normale della popolazione na-

⁽²⁷⁾ M. J. KELLY: *The trends of telecommunications as affected by solid state electronic instrumentation*. - «A.F.», ottobre 1957, pag. 333.

zionale e tale convincimento deriva dal fatale spostamento delle forze del lavoro da un campo di attività ad un altro. Si citano a tale riguardo le migrazioni interne che hanno luogo continuamente e in proporzioni notevoli ed il fatto — come recenti studi compiuti in materia agricola hanno tutti portato alla conclusione — che nei prossimi anni da due a tre milioni di addetti all'agricoltura dovranno lasciare la attuale occupazione loro per essere avviati verso altri campi di attività quali l'industria, il commercio e le attività terziarie ⁽²⁸⁾.

Gli agricoltori che abbandonano la montagna e che occorrono in numero sempre minore per coltivare la pianura, si inurbano e la maggior parte di essi si riversa nei grandi centri o nelle immediate vicinanze di essi perchè solo lì si presentano loro sufficienti probabilità di lavoro. Se questo aumento di abitanti nei grandi centri si verifica, seguirà un incremento di abbonati ben maggiore di quello che competerebbe al normale accrescimento della popolazione.

Del resto, che un grande aumento di abbonati debba ancora verificarsi lo si può dedurre anche da quanto detto da Sir Gordon Radley nel discorso inaugurale in occasione della sua nomina a presidente per il 1957 dell'Associazione Elettrotecnica Inglese ⁽²⁹⁾. Egli informò che, mentre al 31 marzo 1956 gli abbonati nel Regno Unito erano circa 4,25 milioni con 6,9 milioni di telefoni collegati a circa 6 000 centrali, il piano di numerazione per il servizio automatico a distanza era stato redatto nella previsione di 20 milioni di abbonati collegati a 8 000 centrali circa.

Se in Inghilterra, che aveva al 31 marzo 1957 una densità nazionale di poco più di 14 abbonati per 100 abitanti, si pensa alla possibilità di quadruplicarli, anche in Italia dove la densità nazionale era alla stessa epoca di 5,40, si può ritenere che l'aumento sarà ancora notevole — pur tenendo conto della disparità del reddito *pro-capite* — e questo aumento, per quanto detto, avverrà particolarmente nei grandi centri.

Se poi si tiene conto del numero veramente notevole di circuiti interurbani vicini che si sta prevedendo per i collegamenti dei centri che gravitano sulle grandi città, è lecito dedurre che anche per questa ragione le giunzioni tra le centrali delle grandi reti policentriche potranno presto divenire insufficienti.

Sui cavi urbani contenenti coppie con rame di piccolo diametro e con relativamente forte capacità, la banda di circa 1,5 MHz richiede amplificatori a distanza dell'ordine dei 2 km e quindi, se non fosse possibile impiegare in essi transistori alimentati attraverso conduttori contenuti nei cavi stessi e componenti elettronici miniaturizzati montati su supporti con circuiti stampati, l'applicazione di sistemi ad utilizzazione multipla con divisione di tempo sarebbe addirittura impensabile.

Si stima che un amplificatore rigeneratore di impulsi possa occupare un volume di $300 \div 400 \text{ cm}^3$; essi quindi possono agevolmente essere contenuti in casse del tutto simili a quelle per le bobine pupin.

APPENDICE

Alla banda netta di canale di $3\,400 - 300 = 3\,100 \text{ p/s}$ corrisponde — sempre per raccomandazione del CCITT — la banda lorda di $4\,000 \text{ p/s}$; ciò causa uno spreco di banda di 900 p/s ossia del 22,5%; 12 canali telefonici sono poi riuniti a formare un gruppo che ha l'estensione totale di $12 \times 4 = 48 \text{ kHz}$.

Nei lunghi cavi sottomarini, dove il costo della linea

è molto elevato rispetto a quello delle apparecchiature terminali, approfittando di una più perfezionata tecnica di costruzione dei filtri, si è riusciti a formare un gruppo di 16 canali nella stessa banda totale di 48 kHz; con ciò si è aumentato di $1/3$ la potenzialità del sistema; ogni canale ha la banda lorda di $48/16 = 3 \text{ kHz}$ e netta di $2\,850 \text{ p/s}$ stendentesi tra 300 e $3\,150 \text{ p/s}$; la riduzione della banda netta di canale rispetto a quella normale è quindi solo dell'8% e la banda sprecata si riduce a 150 p/s ossia al 5%. L'effetto del leggero peggioramento della qualità della trasmissione dovuto al restringimento della banda netta di canale è più che compensato dall'economia derivante dall'accresciuta potenzialità del sistema ⁽³⁰⁾.

Entrambe le bande nette di canale di $3\,100$ e $2\,850 \text{ p/s}$ sono molto più larghe di quanto effettivamente occorre per trasmettere la voce umana: infatti esse servirebbero a trasmettere qualunque tipo di segnale arbitrariamente costruito usando componenti comprese nelle bande da 300 a $3\,400$ oppure $3\,150 \text{ p/s}$ mentre gli organi vocali dell'uomo producono solo un limitato numero di suoni che si susseguono con velocità media molto bassa.

Le due affermazioni precedenti derivano da quanto segue:

a) Dal « Dizionario enciclopedico italiano » si ricava che il sistema fonologico italiano comprende 30 suoni (si considera che in inglese i suoni siano in numero di 39).

b) Riguardo poi alla velocità di emissione dei suoni sono stati presi 7 testi della lunghezza media di 150 parole riguardanti argomenti di politica, storia, economia, fisica e letteratura amena, sono stati in essi contate le parole, le lettere, i suoni e sono stati fatti leggere a due gruppi di 11 persone: il primo costituito da 7 ingegneri e 4 tra segretarie e dattilografe, tutte persone che leggono e scrivono si può dire continuamente; il secondo composto da disegnatori, tecnici di laboratorio, commessi, ecc. ossia composto di persone che passano la maggior parte del tempo in altre attività che non siano quelle di leggere e scrivere.

I risultati sono raccolti nella tabella seguente:

Campione	Numero			Tempo medio di lettura in secondi			
	Parole	Lettere	Suoni	7 Ingegneri	4 Segretarie e dattilografe	11 Disegnatori, tecnici, com- messi, ecc.	Media generale
1	174	880	824	60,5	62	65,8	62,75
2	155	728	687	55,7	55	60,0	56,90
3	146	739	677	49,7	49,2	50,8	49,90
4	137	717	690	49,2	51,5	54,6	51,75
5	159	791	728	57,5	58,7	64,3	60,15
6	140	637	592	44,3	43,2	48,8	45,45
7	144	714	652	50,5	50,5	56,1	52,40
	1 055	5 206	4 850				Σ 380,30

La differenza tra i maschi e le femmine del primo gruppo è troppo piccola perchè valga la pena di tenerne conto; netta è invece la differenza tra il primo ed il secondo

⁽²⁸⁾ L. EINAUDI: *Di Ezio Vanoni e del suo piano*. Dispensa seconda di « Prediche Inutili », *Di alcuni scatoloni vuoti correnti nell'economia agraria italiana*, Dispensa quarta di « Prediche Inutili ».

⁽²⁹⁾ SIR GORDON RADLEY: *Inaugural Address*. « Proc. I.E.E. », Part A, febbraio 1957, pag. 1.

⁽³⁰⁾ R. J. HALSEY: *The economic usage of broad band transmission systems*. « P.O.E.E.J. », ottobre 1958, pag. 212.

gruppo; il tempo medio totale di lettura è risultato di 380 secondi.

Siccome i suoni totali sono stati stimati in 4850 ne viene che ogni secondo sono stati pronunciati

$$\frac{4850}{380} = 12,8 \text{ suoni.}$$

Questo valore corrisponde al valore di 12,5 suoni che si ritiene normale in America ⁽³¹⁾: infatti la velocità media di emissione dei suoni, dipendendo dai movimenti dei muscoli della lingua, mascella e labbra comandati dai nervi del viso, deve essere un'invariante di qualsiasi lingua parlata (non lo è invece il numero delle lettere contenute nelle parole che si leggono in un secondo).

Il numero limitato di suoni e la bassa velocità con la quale essi sono emessi consentono di impiegare per la trasmissione dei segnali elettrici che corrispondono alla voce umana una banda molto più stretta di quelle sopra indicate; per ottenere ciò è però necessario analizzare all'emissione la voce nei suoi elementi e ricostituirla poi alla ricezione sintetizzando questi ultimi.

In forma del tutto schematica i suoni della voce umana possono essere distinti in tre categorie ⁽³²⁾:

a) quelli formati da vibrazioni di natura periodica prodotte dagli organi della laringe per effetto dell'aria proveniente dai polmoni. Le vibrazioni non sono pure bensì sono costituite da un insieme di armoniche con fre-

quenza fondamentale minima — nel caso di uomini con voce bassa — intorno a 90 p/s e massima — nel caso di donne con voce acuta — intorno a 300 p/s. Alcune delle armoniche contenute in questi suoni vengono esaltate dalle cavità risonanti orale e nasale le quali acquistano volume diverso per i movimenti del velo pendulo, della lingua, dei denti e delle labbra; con questa modulazione viene conferita a tali suoni una particolare distribuzione dell'energia in funzione della frequenza;

b) quelli formati da correnti d'aria provenienti dai polmoni ma non contenenti vibrazioni periodiche, ossia con spettro di frequenze continuo e non discreto; il carattere di essi dipende unicamente dalla modulazione che viene loro impartita dagli organi della bocca;

c) quelli formati dalle stesse correnti d'aria dei precedenti, ma con caratteristiche essenzialmente transitorie in quanto la lingua, i denti e le labbra sono impiegati per interrompere la corrente d'aria e rilasciarla immediatamente dopo.

L'analisi quindi della voce umana deve rilevare in funzione del tempo:

1) la distribuzione dell'energia in funzione della frequenza;

2) il tipo di energia che deve essere modulata onde ottenere la distribuzione sopra indicata, ossia se energia di natura periodica oppure continua;

3) la frequenza fondamentale dell'energia di natura periodica.

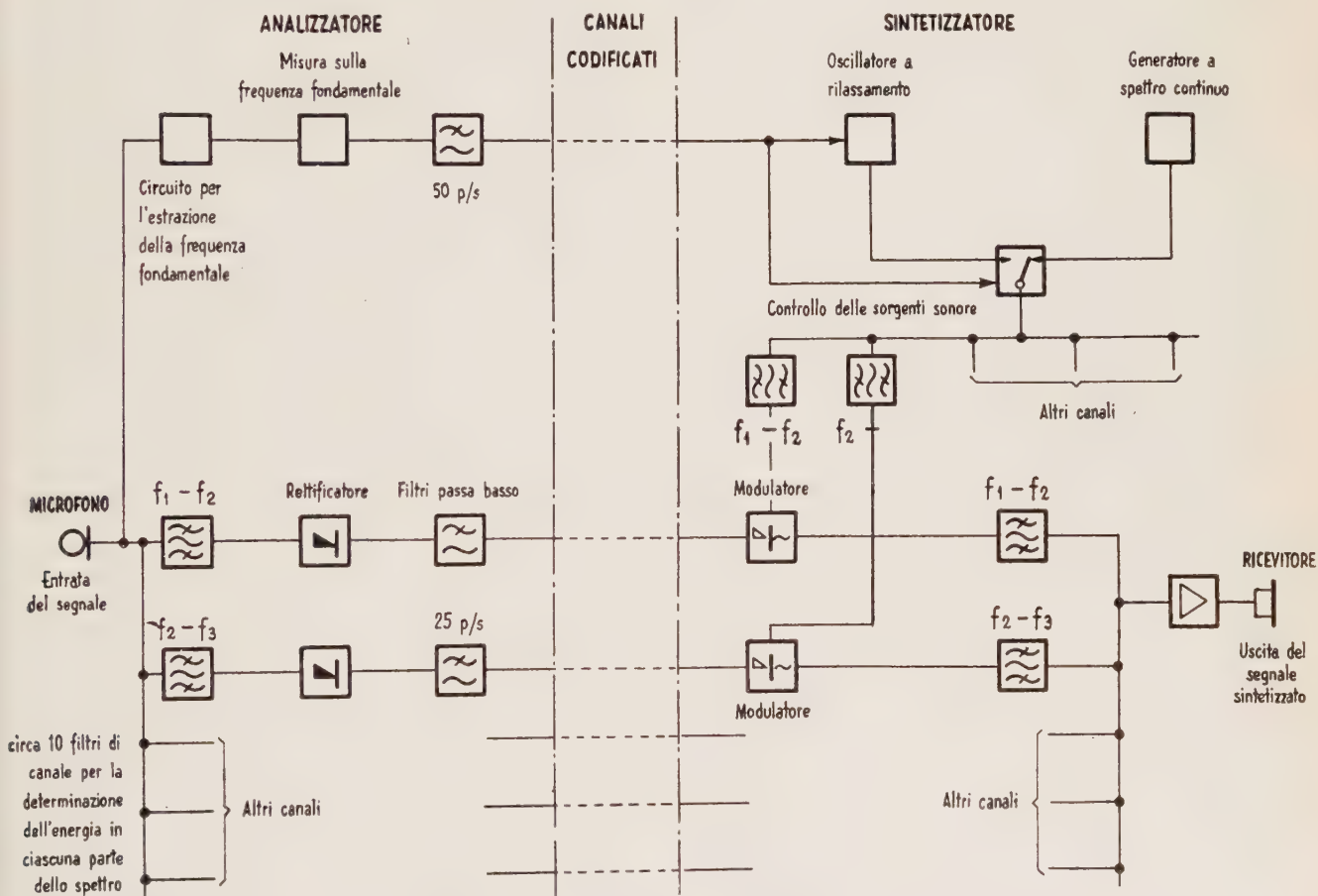


Fig. 19. — Schema semplificato del Vocoder.

⁽³¹⁾ G. A. MILLER: *Speech and language*. Cap. 21 dello « Stevens Handbook of Experimental psychology », John Wiley & Sons, 1951.

⁽³²⁾ R. J. HALSEY - J. SWAFFIELD: *Analysis-Synthesis telephony with special reference to the vocoder*. « J.I.E.E. », vol. 95, 1948, parte III, pag. 391.

Onde eseguire l'analisi sopra indicata si impiegano apparecchiature chiamate Vocoder (Voice Coder) nelle quali (fig. 19) il segnale elettrico corrispondente all'onda di pressione sonora che riproduce il flusso dei segni-parola viene fatto passare attraverso una decina di filtri passa banda della larghezza ciascuno di circa 300 p/s tutti in

parallelo sulla entrata dell'analizzatore; essi coprono quindi presso a poco tutta la banda trasmessa. Tali filtri servono a determinare l'energia che è presente in ciascuna parte dello spettro: si ottiene così la distribuzione dell'energia in funzione della frequenza secondo quanto indicato al punto 1) precedente e le variazioni di tale distribuzione in funzione del tempo. La conoscenza della distribuzione dell'energia è di fondamentale importanza per ottenere la intelligibilità dei segni-parola trasmessi.

L'altra funzione dell'analizzatore è quella di determinare il tipo di energia che è stata modulata, ossia di determinare se l'energia è a spettro discreto — ed in tal caso rilevare la frequenza fondamentale delle vibrazioni in essa contenute — oppure se è a spettro continuo, nel qual caso la frequenza fondamentale è zero. Ciò viene eseguito su di un undicesimo circuito in parallelo ai primi dal quale esce una tensione proporzionale alla frequenza fondamentale dell'energia a spettro discreto; se l'energia è invece a spettro continuo, la tensione all'uscita da questo circuito è zero.

Si riesce così ad inviare al sintetizzatore, che all'estremo ricevente deve ricostruire la voce dai vari elementi costituenti che sono stati rilevati dall'analizzatore, le informazioni relative al punto 2) e 3) precedente; della distinzione indicata al punto 2) deve essere tenuto conto se si vuole che la voce riprodotta abbia oltre all'intelligibilità anche carattere umano; il riprodurre anche la frequenza fondamentale dell'energia a spettro discreto è necessario se si vuole che la voce riprodotta assomigli a quella della persona emittente.

Le fluttuazioni dell'energia della parola sono sufficientemente lente da permettere che i 10 filtri che determinano la distribuzione dell'energia nello spettro possano avere banda passante di 25 p/s: il passaggio dell'energia a spettro discreto a quella a spettro continuo è più rapido delle variazioni dell'energia nelle diverse porzioni dello spettro e quindi sull'undicesimo canale occorre un filtro con banda più larga, ad es. 50 p/s; teoricamente allora per trasmettere la voce umana basterebbe una banda totale di $10 \times 25 + 50 = 300$ p/s con un rapporto quindi con la banda indicata all'inizio di questa appendice di circa 1:10; questo naturalmente presuppone che i segnali provenienti da ciascuno degli 11 canali siano inviati dopo opportuna trasformazione su di un unico circuito. In pratica il rapporto scende a 1:5 oppure 1:6 ossia si può ritenere che occorranza per un canale circa 600 p/s; ad ogni modo risulta evidente come la banda normalmente usata per il canale telefonico sia molto male impiegata.

Nel sintetizzare si impiegano due sorgenti sonore: un oscillatore a rilassamento che genera assieme ad una frequenza fondamentale una lunga serie di armoniche tutte presso a poco della stessa ampiezza; tale oscillatore agi-

sce come una laringe artificiale perchè riproduce lo spettro discreto generato dalla vibrazione degli organi della laringe; la frequenza fondamentale dell'oscillatore può essere variata secondo la tensione che gli proviene dall'undicesimo canale. Quando la tensione manca, entra in funzione la seconda sorgente sonora che è un generatore a spettro continuo.

La tensione che esce dal generatore a rilassamento oppure da quello a spettro continuo è divisa da 10 filtri in altrettante bande che corrispondono a quelle dell'analizzatore e viene modulata dalla tensione lentamente variabile che arriva dall'analizzatore in ciascuna delle 10 bande.

A questo modo all'uscita dei 10 modulatori si ha ad ogni momento un segnale che in ciascuna delle 10 bande corrisponde al segnale originale come qualità (spettro discreto e continuo) come frequenza (dato che sia il caso di considerare la frequenza fondamentale) e come intensità. La composizione di tali segnali riproduce il segnale originario.

Data la complessità dell'apparecchiatura necessaria ad entrambi gli estremi di ciascun circuito, non consta che essa sia stata impiegata per scopi commerciali anche perchè, malgrado i perfezionamenti che al sistema sono stati apportati dopo della sua prima realizzazione, la voce all'uscita dal sintetizzatore non ha la qualità che oggi si richiede ad una buona comunicazione.

Nei cavi sottomarini molto lunghi con molti canali (quali ad es. i cavi transoceanici) oltre a ridurre la banda assegnata a ciascun canale da 3 100 a 2 850 p/s si impiega un altro artificio per aumentare al massimo il numero delle conversazioni che possono aver luogo contemporaneamente nella banda totale trasmessa.

Partendo dalla considerazione che i lunghi circuiti sono sempre a 2 vie e che una delle due rimane generalmente libera perchè, mentre si parla da un estremo, dall'altro si ascolta e che in più vi sono altre ragioni per cui il circuito in una direzione rimanga disoccupato per parte del tempo (ricerca del corrispondente, pausa tra parola e parola e talvolta tra sillaba e sillaba, ecc.) si riesce ad interpolare su di un circuito in questi intervalli di tempo altre conversazioni quando il numero delle richieste supera quello dei circuiti disponibili. Si può ritenere che un gruppo di 36 circuiti possa a questo modo portare 72 comunicazioni; ciò equivale a ridurre la banda alla metà, quindi, dal punto di vista della utilizzazione del mezzo fisico di trasmissione è come se la banda assegnata ad un canale fosse di 1 425 p/s ⁽³⁾.

È evidente che la massima riduzione di banda la si ottiene col Vocoder.

(3) K. BULLINGTON - J. M. FRASER: *Engineering aspects of TASI*. «B.S.T.J.», marzo 1959, pag. 353.

Manoscritto pervenuto il 30 giugno 1961.

ALCUNI PROBLEMI RELATIVI ALLA COSTRUZIONE E AL DIMENSIONAMENTO DELLE GABBIE ROTORICHE DEI MOTORI ASINCRONI

T. BRAMBILLA (*)

Esaminate le perdite che si producono in un motore asincrono durante la fase di avviamento, si fanno alcune considerazioni sul dimensionamento delle gabbie e viene illustrato un nuovo tipo di costruzione nel quale vengono eliminate le sollecitazioni meccaniche causate dal riscaldamento.

PREMESSA.

L'aumento della potenza delle linee di alimentazione e le crescenti esigenze dell'industria hanno portato come conseguenza l'impiego sempre più esteso del motore asincrono con rotore a gabbia ritenuto, generalmente, come il motore più semplice e sicuro.

Il calcolo della gabbia di un motore asincrono non è sempre un problema di facile risoluzione e la dimostrazione di ciò sta nel grande numero di forme di cave e di tipi di gabbie o doppie gabbie escogitate per poter soddisfare alle più svariate esigenze.

Occorre inoltre tener sempre presente che il punto debole del motore asincrono in corto circuito è rappresentato dal riscaldamento della gabbia durante l'avviamento, per cui se è lecito trascurarne gli effetti per le normali applicazioni, il problema comincia a preoccupare non appena si presentano speciali condizioni di avviamento come ad esempio:

- a) elevato numero di avviamenti o di frenature in controcorrente;
- b) elevato GD^2 delle masse accoppiate.

CRITERI DI PROGETTAZIONE.

L'energia dissipata nel rotore per ogni avviamento con coppia resistente nulla, è data dalla nota formula:

$$(1) \quad A_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{60} \right)^2 G D^2 n_s^2 \text{ Joule}$$

dove GD^2 è il momento dinamico complessivo del rotore e delle masse accoppiate e n_s è il numero di giri di sincronismo del motore.

L'energia dissipata durante una frenatura risulta tripla e quella durante un'inversione in contro corrente quadrupla di quella relativa a un'avviamento.

Nel caso a) si ha, in generale, una piccola dissipazione di energia per ogni manovra che però si ripete N volte in un'ora indicando con N : il numero degli avviamenti + 3 volte il numero delle frenature + 4 volte il numero delle inversioni orarie.

Nel caso b) si ha invece uno solo oppure un numero limitato di avviamenti con una rilevante produzione di calore in un tempo brevissimo.

Le gabbie nei due casi devono quindi essere progettate con criteri completamente diversi, nel primo caso dovremo preoccuparci di smaltire le perdite che si producono in modo quasi continuo, mentre nel secondo caso,

non essendo possibile smaltire istantaneamente il calore prodotto, dovremo prevedere gabbie di rilevante capacità termica in modo da evitare pericolosi surriscaldamenti riservandoci di disperdere il calore accumulato nella fase di avviamento, durante il funzionamento normale.

CARATTERISTICHE DELLE GABBIE ROTORICHE PER MOTORI SOGGETTI A UN NUMERO RILEVANTE DI MANOVRE ORARIE.

Si trovano in queste condizioni i motori destinati al comando dei rulli per laminatoio e di speciali macchine automatiche, soggetti a un numero N di manovre orarie che talvolta supera il migliaio.

In questo caso interessano le perdite medie complessive di statore e di rotore nell'unità di tempo.

Queste sono date, in watt, dalla formula:

$$W = \frac{N}{3600} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{60} \right)^2 \cdot G D^2 n_s^2 \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) =$$

$$= 0,38 N \cdot G D^2 \cdot n_s^2 \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) \cdot 10^{-6}$$

dove R_1 è la resistenza di statore
 R_2' è la resistenza di rotore riferita allo statore
 N è il numero di manovre definito più sopra.

Queste perdite non dovranno superare quelle che possono essere smaltite dal motore per una data sopraelevazione Δt della temperatura dell'avvolgimento statorico.

Indicando con S la superficie in m^2 del cilindro costituito dal pacco lamiere e con K i watt dispersi per m^2 e per $^{\circ}C$ riferiti alla superficie S potremo stabilire la relazione

$$(2) \quad K \Delta t S = 0,38 N G D^2 n_s^2 \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) 10^{-6}.$$

Il valore di K è di $\sim 30 \text{ W/m}^2$ e $^{\circ}C$ per motori chiusi con carcassa alettata e raffreddamento naturale e può arrivare a 60 W/m^2 e $^{\circ}C$ per motori raffreddati con aria soffiata sulla carcassa (dato il servizio non è possibile fare affidamento su una ventilazione autonoma del motore), la sopraelevazione di temperatura normalmente ammessa è di $70^{\circ}C$.

Sostituendo a K e a Δt i valori dati e a n_s l'espressione $120 f/p$ eseguendo le operazioni e risolvendo rispetto a NGD^2 che rappresenta la capacità dinamica del motore, abbiamo per $f = 50$

$$N \cdot G D^2 \approx 150 S p^2 \left(1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2'} \right)$$

per raffreddamento naturale, e

$$N \cdot G D^2 \approx 300 S p^2 \left(1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2'} \right)$$

per raffreddamento con aria soffiata.

(*) Dr. ing. TULLIO BRAMBILLA, della Ercole Marelli & C. S.p.A.

Esaminando la formula risulta che per il migliore sfruttamento, il GD^2 proprio del motore dovrà essere il minimo possibile e così pure il termine $\frac{R_1}{R_1 + R_2'}$ il che si-

gnifica che il motore dovrà avere piccola resistenza statica e grande resistenza rotorica, quest'ultima infatti non influisce sulle perdite rotoriche in fase di avviamento, come risulta dalla formula (1).

Naturalmente non possiamo trascurare la coppia resistente e indicando con Wc le perdite dovute a quest'ultima, riferite all'unità di tempo, la relazione (2) si trasformerà nella seguente:

$$K At S = 0,38 N G D^2 n_s^2 \left(1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) + W c$$

e a seconda che prevarranno le perdite dovute agli avviamenti o quelle del carico dovremo prevedere delle gabbie più o meno resistenti in modo da ridurre al minimo la somma delle perdite.

Le caratteristiche di questa categoria di motori è quindi quella di avere rotor di piccolo diametro con pacco lamiere molto lungo e gabbie molto resistenti, spesso in ottone.

CARATTERISTICHE DELLE GABBIE ROTORICHE PER MOTORI ACCOPPIATI A MACCHINE OPERATRICI CON FORTE GD^2 .

Ogni qualvolta il GD^2 delle masse accoppiate riferito ai giri del motore assume valori rilevanti, come nel caso di accoppiamento con ventilatori di forte diametro, o di macchine operatrici munite di volano, in modo particolare per motori veloci, il riscaldamento della gabbia in fase di avviamento può raggiungere valori pericolosi. In questi casi è necessario proporzionare la gabbia in modo che la sopraelevazione di temperatura non superi i 200 °C normalmente ammessi per i rotor in corto circuito.

La sopraelevazione di temperatura della gabbia, supposto che non vi sia dispersione di calore è data da:

$$\theta = \frac{A_2}{c G_2}$$

dove A_2 è l'energia in Joule ricavata dalla formula (1) per coppia resistente nulla, oppure:

$$A_2 = \left(\frac{\pi}{60} \right)^2 G D^2 n_s^2 \int_{\sigma f}^{\sigma i} \frac{d\sigma}{\sigma \left(1 - \frac{C_r}{C} \right)}$$

per coppia motrice C e coppia resistente C_r (c è il calore specifico del materiale costituente la gabbia in J/kg °C) ($c = 390$ per il rame, 380 per l'ottone, 377 per il cupronichel).

G_2 è il peso della gabbia in kg.

Per ridurre la sopraelevazione nella gabbia occorre quindi aumentare il peso G_2 ossia la sezione delle barre e degli anelli mantenendo però costante la resistenza R_2 da cui dipende il valore della coppia e delle perdite rotoriche a carico, ossia dovremo scegliere un materiale a resistività più elevata di quella del rame aumentando la sezione delle sbarre e degli anelli in ragione diretta della loro resistività riferita a quella del rame.

Il prodotto cG_2 è definito capacità termica dell'avvolgimento rotorico.

Supposto $cG_2 = 1$ per il rame per il quale il peso specifico $\gamma = 8,9$ e la resistività $\varrho = 0,021$ a 75 °C avremo a parità di R_2 i seguenti valori per l'ottone e per il cupronichel.

Ottone $\varrho = 0,08$; $\gamma = 8,7$;

$$c G_2 = \frac{0,08}{0,021} \frac{380}{390} \frac{8,7}{8,9} = 3,63$$

Cupronichel $\varrho = 0,37$; $\gamma = 8,75$;

$$c G_2 = \frac{0,37}{0,021} \frac{377}{390} \frac{8,75}{8,9} = 16,7.$$

Il problema non si limita però alla opportuna scelta dal materiale, delle gabbie perchè in primo luogo il motore deve rispondere a requisiti di coppia e corrente d'avviamento nonchè di rendimento e fattore di potenza durante il funzionamento normale.

Per l'avviamento le condizioni migliori si hanno per valori elevati della resistenza R_2 della gabbia mentre in funzionamento la R_2 dovrebbe essere la minima possibile; si ricorre quindi a speciali tipi di gabbie tra le quali le più comuni sono quelle a barre alte e strette nelle quali si sfrutta il fenomeno dell'addensamento della corrente verso la parte alta della cava a frequenza elevata e le gabbie doppie di cui quella interna in rame e quella esterna in materiale resistente.

Definita la gabbia dal punto di vista elettrico occorre verificare le sollecitazioni meccaniche provocate dal riscaldamento e per macchine veloci, anche dalla forza centrifuga.

Durante l'avviamento la temperatura della gabbia può aumentare di 200 °C in pochi secondi mentre il pacco rotorico e l'albero si trovano praticamente alla temperatura ambiente, avremo quindi un allungamento delle sbarre e un aumento del diametro dell'anello mentre il diametro di rotore si mantiene costante.

L'aumento di diametro dell'anello provoca nelle sbarre un momento flettente che risulta tanto più alto quanto più rigido è il collegamento tra i due e che può portare alla rottura della sbarra nel punto A della sezione di saldatura all'anello che è il più sollecitato (v. fig. 1).

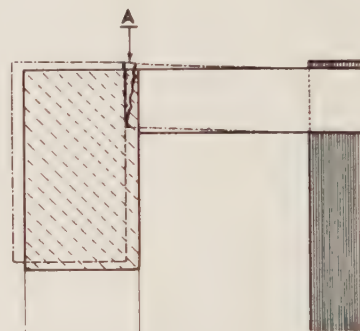


Fig. 1. — Rottura della sbarra causata dalla dilatazione dell'anello.

La dilatazione assiale delle sbarre non dà preoccupazioni sui motori lenti ma deve essere tenuta in considerazione quando la velocità periferica dell'anello è tale per cui si è costretti a rendere questo solidale all'albero.

Il costruttore deve di volta in volta ricorrere ad artifici per rendere la gabbia più elastica e ridurre gli sforzi entro limiti tollerabili.

ESEMPIO DI COSTRUZIONE DI UNA GABBIA PER MOTORE A 2 POLI CON ELEVATO GD^2 ACCOPPIATO.

Diamo un esempio di costruzione di motori per i quali le condizioni di avviamento sono risultate talmente gravose da dover ricorrere a una soluzione completamente nuova. Si tratta di motori asincroni trifasi a 2 poli con rotore a gabbia. Potenza kW 3 555, p/s 39,6, V 6 600, giri/min 2 363.

Avviamento a piena tensione con GD^2 complessivo (compreso quello proprio di rotore) di 7 250 kgm². Coppia d'avviamento non inferiore al 65 % della nominale.

Durante il progetto dei motori si sono dovute superare

non poche difficoltà di ordine elettrico e meccanico dovute al forte carico inerziale, all'elevato valore della coppia resistente e alla bassa corrente di avviamento prescritta.

Dal lato elettrico occorre tener presente che l'enorme quantità di energia trasformata in calore in fase d'avviamento, ossia in condizioni di dispersione nulla, doveva essere immagazzinata negli avvolgimenti senza che questi oltrepassassero i normali limiti di sopraelevazione di temperatura.

Solo per accelerare le masse rotanti da 0 a 2 363 giri/min l'energia trasformata in calore nella gabbia rotorica è di circa 56 000 kJ; questa energia è sufficiente per far aumentare di 200 °C una gabbia del peso di 750 kg circa.

Per ottenere un peso di gabbia adeguato alla quantità di calore da immagazzinare si dovevano usare sbarre e anelli di grande sezione e per mantenere il valore di resistenza rotorica fissata era quindi necessario ricorrere a materiali speciali ad altissima resistività.

Tra i vari tipi di gabbia quello più conveniente per ottenere un peso elevato era naturalmente quello a gabbia semplice a cave profonde con sbarre a sezione rettangolare, però questa soluzione si è dovuta scartare, perchè con qualsiasi tipo di materiale non è stato possibile ottenere la coppia d'avviamento richiesta senza dover aumentare la corrente d'avviamento o ridurre il rendimento della macchina a carico.

Così pure si è scartata la soluzione con gabbia ad addensamento di corrente con sbarre a sezione trapezia con base minore rivolta verso il traferro, perchè a causa della disuniformità di dilatazione durante l'avviamento si sarebbero prodotte delle sollecitazioni difficilmente controllabili.

La soluzione più conveniente si è dimostrata quella della doppia gabbia di cui quella esterna in cupronichel e quella interna in rame. Come già detto in precedenza la capacità termica del cupronichel a parità di resistenza della gabbia è di 16,7 volte quella del rame.

Dal calcolo della macchina riportiamo i seguenti dati:

Perdite rotoriche totali (tenuto conto della coppia resistente) . . .	72 500 kJ
Perdite nella gabbia esterna . . .	70 000 »
Perdite nelle sbarre della gabbia esterna	50 000 »
Perdite negli anelli della gabbia esterna	20 000 »
Peso totale gabbia esterna	1 070 kg
Peso sbarre	670 »
Peso anelli	400 »
Peso gabbia interna	210 »

Sopraelevazione temperatura nelle sbarre della gabbia esterna

$$\theta_{\text{sbarre}} = \frac{50\,000\,000}{377 \times 670} = 198\,^{\circ}\text{C}$$

negli anelli della gabbia esterna

$$\theta_{\text{anelli}} = \frac{20\,000\,000}{377 \times 400} = 132\,^{\circ}\text{C}$$

nella gabbia interna

$$\theta_{\text{gabbia interna}} = \frac{2\,500\,000}{390 \times 210} = 30,5\,^{\circ}\text{C}$$

Stabilite le dimensioni delle gabbie in modo da soddisfare alle esigenze di coppia, corrente, perdite a carico e riscaldamento occorre verificare le sollecitazioni meccaniche provocate dal riscaldamento e dalla forza centrifuga.

Riportiamo a questo scopo le caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale usato:

Carico di rottura R	3 800 kg/cm ²
Carico di snervamento S	1 900 kg/cm ²
Allungamento	41 %
Modulo di elasticità E	1 050 000 kg/cm ²
Peso specifico γ	0,00875 kg/cm ³
Coeff. di dilatazione lineare	0,0000162

Tenuto conto delle seguenti dimensioni della gabbia esterna:

raggio baricentrico dell'anello di corto circuito r_0	28 cm
lunghezza di sbarra sporgente dal pacco	19 »

Potremo calcolare l'aumento del raggio baricentrico dell'anello alla fine dell'avviamento:

$$\lambda' = 132 \times 0,0000162 \times 28 = 0,060\text{ cm}$$

per effetto della forza centrifuga

$$\lambda'' = \frac{\sigma r_0}{E}$$

in cui

$$\sigma = \frac{\gamma V_0^2}{g}$$

$$V_0 \text{ per } n = 2\,750 \text{ giri/min (prova di sovralimentazione)} = \frac{56 \cdot \pi \cdot 2\,750}{60} = 8\,000 \text{ cm/sec}$$

$$\sigma = \frac{0,00875 (8000)^2}{981} = 570 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda'' = \frac{570 \times 28}{1\,050\,000} = 0,015 \text{ cm}$$

analogamente per le sbarre otterremo un allungamento pari a:

$$\Delta l = 198 \times 0,0000162 \times 110 = 0,35 \text{ cm.}$$

Non è possibile collegare rigidamente le sbarre agli anelli; ne risulterebbe, per la sola dilatazione di questi, uno sforzo radiale di 4 000 kg per ogni sbarra e una sollecitazione superiore al carico di rottura; sarebbero inoltre da considerare le sollecitazioni provocate dalla dilatazione e dalla forza centrifuga propria delle sbarre.

Sono state esaminate svariate strutture intese a rendere più elastico il collegamento tra le sbarre e gli anelli e come soluzione definitiva è stata scelta quella di collegare le sbarre agli anelli mediante speciali corde di rame usando particolari accorgimenti per aumentare la sezione di passaggio della corrente attraverso le saldature. Si è così realizzato un sistema di collegamento flessibile che permette le dilatazioni di entrambe le parti senza creare ulteriori sollecitazioni oltre a quelle dovute alla forza centrifuga (v. fig. 2).

Due anelli in acciaio amagnetico montati sulle sbarre ai due lati del pacco magnetico impediscono a queste ultime ogni deformazione dovuta alla forza centrifuga il cui valore è di 5 700 kg per ogni sbarra.

MONTAGGIO DEGLI ANELLI DI CORTO CIRCUITO SULL'ALBERO.

Il montaggio degli anelli della gabbia esterna deve rispondere ai seguenti requisiti:

a) l'anello deve essere solidale con l'albero però deve essere separato da questo da uno strato di materiale non magnetico;

b) allo scopo di mantenere una perfetta equilibratura dinamica del rotore in qualsiasi condizione di fun-

zionamento deve essere impedito qualsiasi spostamento radiale del baricentro dell'anello nonostante l'aumento di diametro dovuto al riscaldamento e alla forza centrifuga;

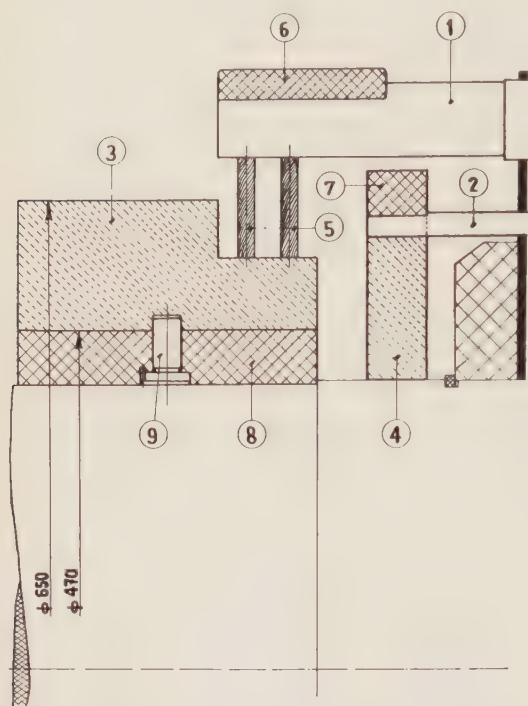


Fig. 2. — Collegamento flessibile fra le sbarre della gabbia esterna e l'anello di corto circuito.

1, sbarra gabbia esterna; 2, sbarra gabbia interna; 3, anello di corto circuito gabbia esterna; 4, anello di corto circuito gabbia interna; 5, corde di collegamento tra sbarre e anello gabbia esterna; 6, anello di blindaggio sbarre gabbia esterna; 7, anello di blindaggio gabbia interna; 8, bussola di acciaio amagnetico; 9, spine di collegamento tra bussola e anello.

c) l'anello deve essere bloccato assialmente.

Supposto di voler eseguire il montaggio a caldo, con il quale verrebbero soddisfatte contemporaneamente le tre condizioni, occorre che l'interferenza tra albero e anello non venga mai annullata.

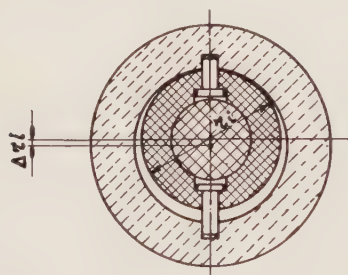


Fig. 3. — Anello di corto circuito libero di dilatarsi; ma con possibilità di rotazione eccentrica (costruzione difettosa).

L'aumento del diametro interno dell'anello per effetto del riscaldamento risulta:

$$132 \times 0,0000162 \times 47 = 0,1 \text{ cm}$$

quello dovuto alla forza centrifuga

$$2 \lambda'' = 0,03 \text{ cm}$$

in totale dovremo avere un'interferenza non inferiore a

$$\frac{0,13 \times 1000}{47} = 2,76 \text{ ‰}$$

che provoca una sollecitazione nell'anello, superiore al carico di snervamento.

È stato quindi necessario rinunciare al montaggio a

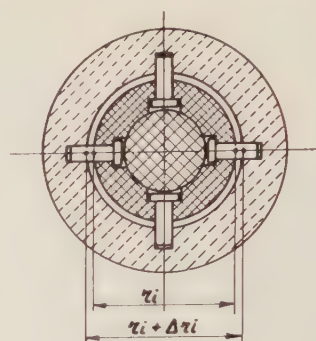


Fig. 4. — Anello di corto circuito libero di dilatarsi ma con centro in posizione fissa (costruzione corretta).

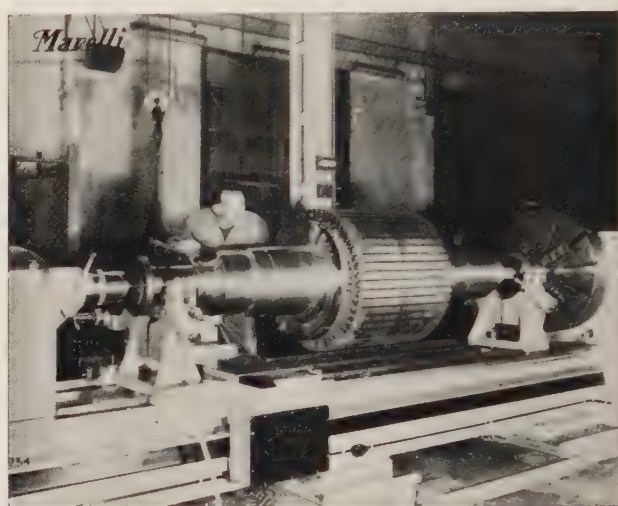


Fig. 5. — Motore asincrono trifase, 3555 kW, 6000 V, 2 poli. Lavorazione gabbia rotorica interna.

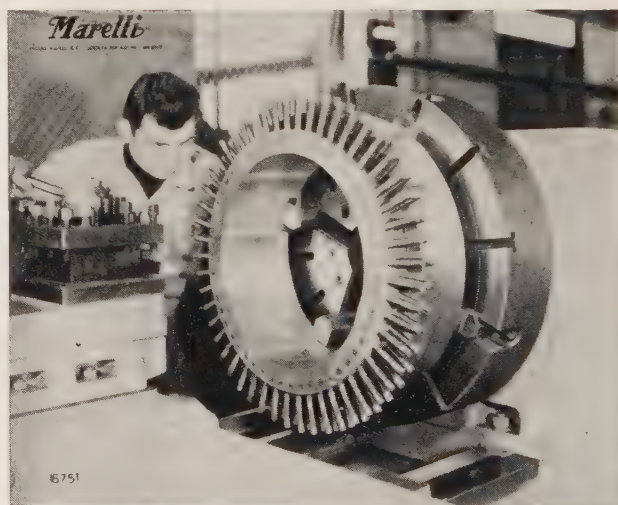


Fig. 6. — Motore asincrono trifase, 3555 kW, 6000 V, 2 poli. Anello di corto circuito della gabbia esterna.

caldo e ricorrere a uno speciale sistema scaturito da queste semplici considerazioni.

Supponiamo di avere un anello, montato su una bussola senza interferenza e reso solidale a questa per mezzo

di 2 chiavette a 180° . Se riscaldiamo l'anello questo si disporrà come in fig. 3 e il suo baricentro si sposterà di una quantità Δ_{ri} ; se invece di 2 chiavette ne disponiamo 4 a 90° otterremo che, nonostante la dilatazione, il baricentro dell'anello rimane sempre nella stessa posizione cioè sul centro della bussola (v. fig. 4).

Si era quindi pensato di montare l'anello su una bussola scanalata, però con questo sistema rimaneva sempre libero lo spostamento assiale dell'anello.

La soluzione definitiva illustrata in fig. 2 è stata quella di sostituire alle scanalature tante spine radiali che vanno a inserirsi in altrettante nicchie circolari praticate a

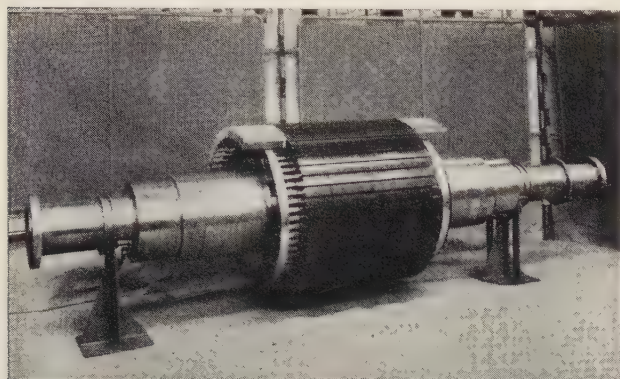


Fig. 7. — Motore asincrono trifase, 3555 kW, 6000 V, 2 poli.
Montaggio sbarre gabbia esterna.

intervalli regolari sulla periferia interna dell'anello. Bussola e anello sono quindi montati a caldo con una piccola interferenza sull'albero. Questa soluzione permette di rendere l'anello solidale con l'albero senza impedirne la libera dilatazione.

La sola sollecitazione a cui sono sottoposti gli anelli è quella dovuta alla forza centrifuga che come abbiamo visto ammonta a 570 kg/cm^2 per le fibre situate sul raggio

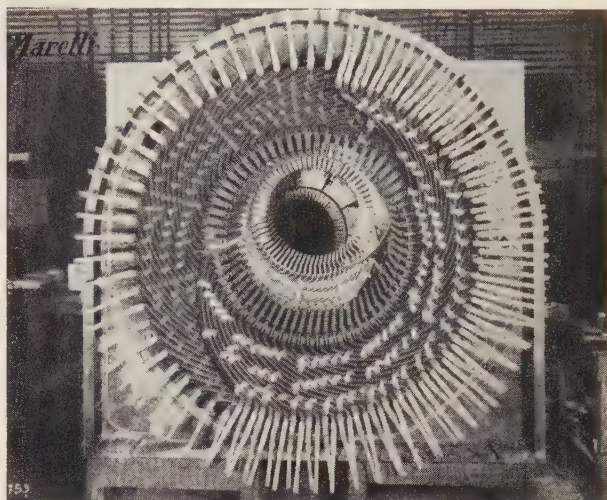


Fig. 8. — Motore asincrono trifase, 3555 kW, 6000 V, 2 poli.
Montaggio dell'avvolgimento statorico isolato in thermalastic.

baricentrico. La sollecitazione del materiale sul diametro interno è di 680 kg/cm^2 che è circa $1/3$ del carico di snervamento.

Dato il valore accettabile della sollecitazione non è stato necessario l'impiego degli anelli di blindaggio.

Le figg. 5, 6, 7 mostrano le varie fasi di lavorazione del rotore; mentre la fig. 8 illustra l'avvolgimento statorico durante il montaggio.

Manoscritto pervenuto il 4 maggio 1961.

SULLA SINTESI DEI BIPOLI ANOMALI CON RESISTENZA DIFFERENZIALE NON NEGATIVA

G. BIORCI - G. FIORIO (*)

In questo lavoro si dimostra che ogni caratteristica di bipolo che non abbia in alcun punto derivata negativa (essendo tracciata con la convenzione degli utilizzatori) ammette una rete equivalente costituita di generatori ideali, resistori normali e raddrizzatori. La dimostrazione è fondata sulla ricerca di un circuito che consente la realizzazione di ogni caratteristica del tipo descritto. Si mostra poi che esiste una molteplicità di circuiti idonei alla sintesi dei bipoli anomali.

I. - PREMessa E SCOPO DEL LAVORO.

Il raddrizzatore ideale (fig. 1 a), cioè il bipolo che ha come caratteristica (fig. 1 b) il semiasse positivo delle correnti ed il semiasse negativo delle tensioni (quando venga descritto con la convenzione degli utilizzatori) può essere considerato come l'elemento circuitale non lineare

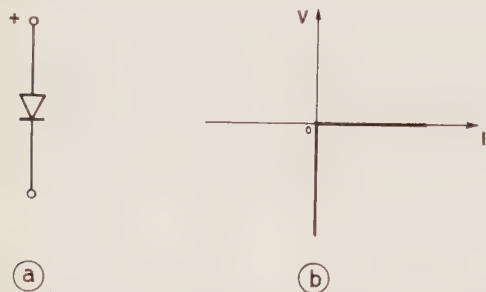


Fig. 1. — Simbolo (a) e caratteristica (b) del raddrizzatore ideale

tipo, giacchè inserendolo in circuiti normali si possono ottenere vaste classi di non linearità, mentre sembra arduo descriverne la caratteristica utilizzando componenti non lineari di altro genere.

Data allora la caratteristica (non lineare) di un bipolo, ci si può chiedere a quali condizioni essa debba soddisfare affinché sia possibile costruire una rete, contenente come elementi anomali solo raddrizzatori ideali, la quale, a due suoi morsetti, opportunamente scelti, presenti una caratteristica uguale, con una certa approssimazione, a quella assegnata.

Questo problema si può brevemente enunciare come la sintesi di bipoli con reti di generatori ideali di corrente e di tensione, resistori e raddrizzatori ideali.

Le reti del tipo detto sono state studiate da T. E. Stern [1].

Altri lavori sono stati fatti sull'argomento in connessione con le calcolatrici analogiche, in particolare con i generatori di funzione [2]. Tuttavia gli aspetti della questione che interessa qui esporre non risulta siano stati messi in evidenza da altri.

2. - ALCUNE PROPRIETÀ FONDAMENTALI.

Si consideri un bipolo anomalo, costituito da una rete di generatori ideali, resistori normali e raddrizzatori ideali.

(*) Prof. ing. GIUSEPPE BIORCI e Dr. ing. GIOVANNI FIORIO, dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris di Torino.

li. Evidentemente la sua caratteristica esiste, ossia, per un certo valore di tensione ai morsetti, la corrente assume un valore che dipende solo dalla tensione e non dal modo con cui tale valore è stato raggiunto.

Per provarlo, basta ricordare che le reti di questo tipo hanno una sola soluzione, cioè le correnti e le tensioni hanno valori dipendenti solo dalla struttura geometrica della rete e dai valori delle f.e.m., delle correnti impresse e delle resistenze [3, 4]. Non è difficile convincersi che quanto sopra detto rientra come caso particolare in questa proprietà.

È poi evidente che la caratteristica del bipolo in esame è una spezzata. Infatti, si applichi al bipolo una tensione V , e si supponga che, per piccole variazioni finite di V (in più e in meno), nessun raddrizzatore commuti, cioè passi da conduzione a interdizione o viceversa. In tali condizioni la relazione fra V ed I , per variazioni piccole, ma finite, di V , è lineare. Infatti i raddrizzatori in conduzione si possono sostituire, finchè non commutano, con corti circuiti, e quelli in interdizione, finchè non commutano, con circuiti aperti. E poichè nessuna commutazione avviene per ipotesi in un intorno del punto scelto, in esso intorno la rete è normale, e quindi la caratteristica rettilinea, salvo discontinuità nei punti corrispondenti a commutazioni dei raddrizzatori.

Poichè allora negli intorni di quasi tutti i punti di funzionamento la rete è normale, si deduce un'altra proprietà: descrivendo il bipolo con la convenzione degli utilizzatori, la pendenza di ogni tratto lineare della caratteristica non è mai negativa, ossia i valori di resistenza differenziale, là ove si possono definire, sono tutti positivi o nulli.

In altre parole, la caratteristica di ogni bipolo costituito da una qualsiasi rete di generatori ideali, resistori normali e raddrizzatori ideali è, con la convenzione degli utilizzatori, non decrescente.

3. - REALIZZABILITÀ DI BIPOLI CON CARATTERISTICA NON DECRESCENTE.

In questo paragrafo si proverà che la proprietà sopra dimostrata può essere invertita, e cioè che ogni qual volta una caratteristica di bipolo, tracciata con la convenzione degli utilizzatori, risulta ovunque non decrescente, il bipolo ammette una rete equivalente costituita di generatori ideali, resistori normali e raddrizzatori ideali.

Naturalmente la caratteristica assegnata non è, in generale, una spezzata come quella eventualmente ottenibile dalla rete equivalente del tipo detto. Tuttavia, ai fini che qui interessano, le caratteristiche a spezzata delle reti equivalenti si possono pensare costituite da un così elevato numero di lati, da renderle indistinguibili da curve avviate (1).

Si consideri dapprima il circuito di fig. 2 a. Con le convenzioni di segno indicate è facile dedurre la caratteristica ai morsetti. Infatti i tre rami del gruppo AB hanno

(1) Se poi si pensa che le caratteristiche reali sono ottenute per punti con strumenti reali, si conclude che, anche sul piano concettuale, la spezzata si può considerare come la più generale caratteristica di bipolo.

le caratteristiche indicate in fig. 3 a, mentre i due elementi del gruppo CD quelle di fig. 3 b. Sommando le prime a pari tensione e le seconde a pari corrente si ot-

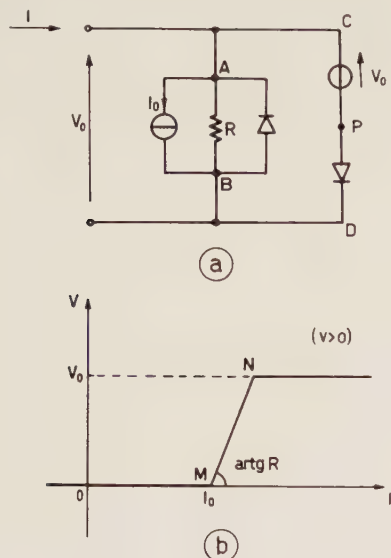


Fig. 2. — Circuito elementare (a) per la sintesi di ogni bipolo a resistenza differenziale non negativa, e sua caratteristica (b).

tengono (fig. 3 c e 3 d) le caratteristiche dei due gruppi, che, ancora sommate a pari tensione, forniscono la caratteristica risultante indicata in fig. 2 b. Il punto M può occupare qualsiasi posizione sull'asse I , l'ordinata di N può anch'essa assumere qualsiasi valore positivo, e l'a-

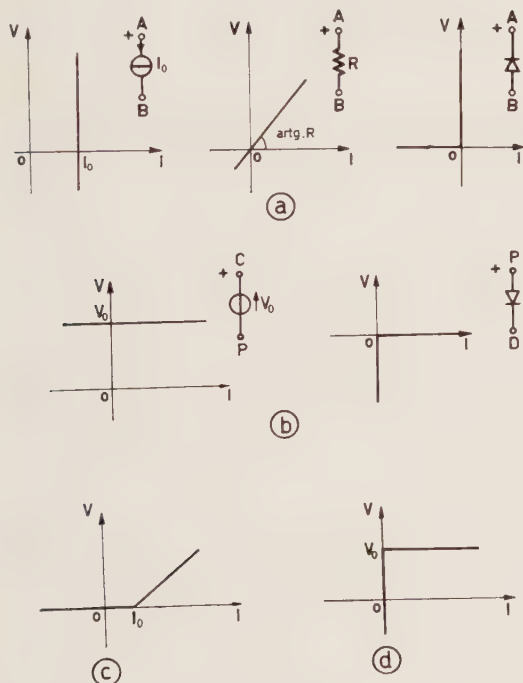


Fig. 3. — a) e b): caratteristiche dei componenti che compaiono nel circuito di fig. 2 a); c): caratteristiche del gruppo di bipoli AB e del gruppo CD di fig. 2 a).

scissa di N è solo vincolata ad essere maggiore (o uguale) a quella di M .

Si consideri ora una caratteristica approssimata con una spezzata qualsiasi, purchè mai decrescente. Essa è fisicamente definita solo entro un intervallo (I_{11} , I_{12}) per altro teoricamente arbitrario. Non ha quindi alcun inte-

resse il comportamento che la rete equivalente (se esiste) ha al di fuori di tale intervallo.

Se la caratteristica incontra l'asse delle correnti nel punto limite inferiore I_{11} , essa può essere pensata come somma (a pari corrente) di tante caratteristiche parziali del tipo di fig. 2 b, come indicato in fig. 4. È quindi possibile realizzarla disponendo in serie tanti circuiti del tipo di fig. 2 a, e ciò senza alcuna limitazione, salvo che

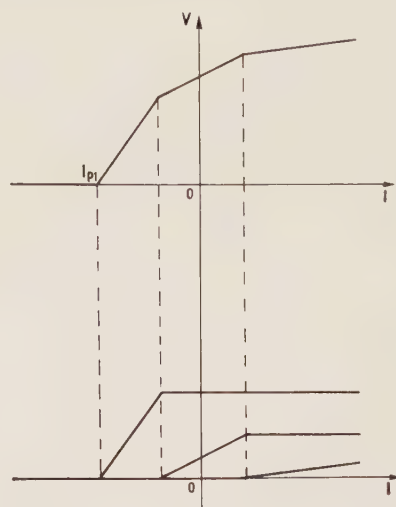


Fig. 4. — Costruzione di una caratteristica generica con circuiti elementari del tipo di fig. 2 a).

l'estremo superiore di ogni lato di spezzata cada a destra dell'inferiore, il che è vero per ipotesi.

Quando la caratteristica assegnata avesse, al punto limite inferiore, un valore non nullo (fig. 5) basterà disporre in serie agli elementi detti un generatore ideale di tensione V_1 .

Quindi è provato che un bipolo con caratteristica non decrescente ammette sempre una rete equivalente di resistori, generatori ideali e raddrizzatori ideali.

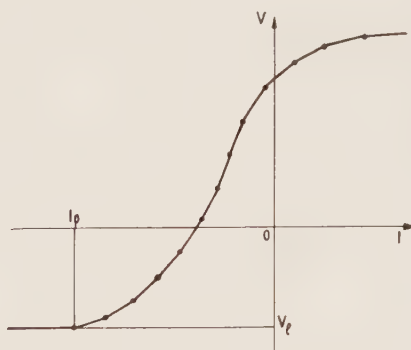


Fig. 5. — Caso di caratteristica che non incontra l'asse delle correnti nell'estremo sinistro dell'intervallo di definizione.

4. - CONSIDERAZIONI COMPLEMENTARI.

Nel paragrafo precedente non si è sollevata alcuna questione relativa alla influenza della non idealità dei componenti, alla minimizzazione del numero di raddrizzatori, ecc. Ciascuno di questi problemi potrebbe, ove le esigenze pratiche lo richiedessero, essere trattato separatamente. In questo paragrafo si mostrerà soltanto come la sintesi possa essere ottenuta con una grande varietà di circuiti, ritenendo che tale molteplicità, di fronte ad un problema pratico, potrebbe agevolare il compito del progettista.

TABELLA I.

Circuito (o circuiti) elementare	Caratteristica (o caratteristiche)	OSSERVAZIONI
1		Con collegamento serie si ottiene ogni caratteristica tipo <i>S</i> o <i>V</i> , se si dispone in serie al complesso un generatore ideale di tensione. Usando anche circuiti tipo 2 si evita il generatore in serie. Per R infinito è possibile solo il tipo <i>S</i> .
2		Valgono le stesse considerazioni del tipo 1.
3		Duale del circuito 1. Trasformando per dualità le considerazioni sul circuito 1 si ottengono le proprietà di questo.
4		Duale del circuito 2. Valgono le stesse considerazioni del tipo 3.
5		Si ottiene ogni caratteristica (tipo <i>S</i>) disponendo circuiti <i>A</i> e <i>B</i> a scala, e in serie un generatore ideale di tensione, che manca se si impiegano anche circuiti di tipo 6. Insieme di circuiti <i>A</i> in parallelo e <i>B</i> in serie, che T. E. Stern denomina « forme canoniche di Foster », danno spezzate di tipo <i>V</i> con curvatura rispettivamente negativa e positiva. Con circuiti a scala composti da insiemi di circuiti <i>A</i> in parallelo e insiemi di circuiti <i>B</i> in serie, si ottiene ogni caratteristica di tipo <i>V</i> .
6		Analogo al circuito 5, salvo che i segni della curvatura delle caratteristiche degli insiemi di circuiti <i>A</i> in parallelo e <i>B</i> in serie sono scambiati.
7		Con circuiti a scala formati da elementi <i>A</i> e <i>B</i> , si ottengono caratteristiche di tipo <i>V</i> a curvatura negativa. Collegando poi ancora a scala, insiemi di circuiti <i>A</i> e <i>B</i> (a scala) con insiemi analoghi di circuiti 9, si ottiene ogni caratteristica di tipo <i>V</i> . Uno qualsiasi degli insiemi suddetti viene denominato da T. E. Stern « forma canonica di Cauer ».
8		Con collegamento a scala di elementi <i>A</i> e <i>B</i> , si ottengono caratteristiche tipo <i>V</i> con curvatura positiva. Collegando poi, ancora a scala, insiemi di circuiti <i>A</i> e <i>B</i> (a scala) con insiemi analoghi di circuiti 10, si ottiene ogni caratteristica tipo <i>V</i> .
9		Con collegamento a scala si ottengono caratteristiche tipo <i>V</i> a curvatura positiva. Vedi poi l'osservazione intermedia relativa al circuito 7.
10		Con collegamento a scala, si ottengono caratteristiche tipo <i>V</i> con curvatura negativa. Vedi poi l'osservazione finale relativa al circuito 8.

La descrizione dettagliata di ogni circuito è forse superflua, dato che la caratteristica di ciascuno di essi può essere facilmente ottenuta con le consuete regole di somma delle caratteristiche parziali a pari corrente per gli elementi in serie e a pari tensione per quelli in parallelo.

Oltre alla connessione serie e parallelo dei circuiti elementari si può considerare la connessione « a scala », usata da Stern. Si ha una connessione a scala quando bipoli di un certo tipo (*A*) sono collegati a bipoli di un altro tipo (*B*) nel modo indicato in fig. 6.

Tenendo conto di queste precisazioni, si possono raccogliere i circuiti più semplici idonei per la sintesi in una tabella (vedi tabella I). Nella colonna « Osservazioni », vengono indicati due tipi di approssimazione, indicati con le lettere *S* e *V*. L'approssimazione tipo *S* (fig. 7 a), consiste nel costruire una spezzata avente un flesso per ogni spigolo, cioè spigoli che rivolgono la concavità alter-

nativamente verso il basso e verso l'alto. Al limite, se i tratti sono alternativamente orizzontali e verticali, si

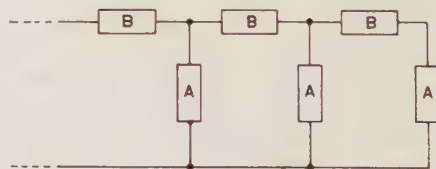


Fig. 6. — Collegamento di due tipi di bipoli (*A* e *B*), detto collegamento a scala.

ha la spezzata a scalini della curva 2 di fig. 7 a. L'approssimazione tipo *V*, invece, (fig. 7 b) consiste nel disporre successivamente lati (a pendenza positiva) che co-

stituiscano, per es., una spezzata inscritta nella curva assegnata.

Il circuito di fig. 2 può consentire sia l'approssimazione S che la V , tuttavia in alcuni casi, mentre la spezzata

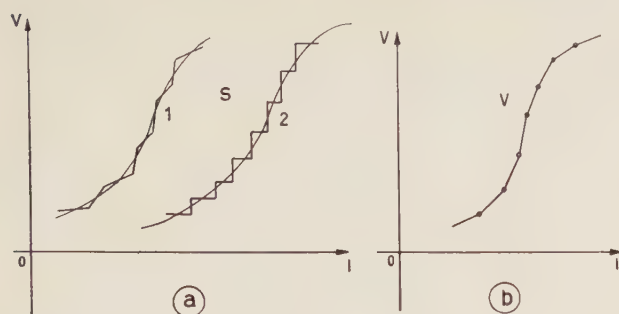


Fig. 7. — Diverse approssimazioni a spezzata di una data caratteristica; (a), approssimazioni tipo S ; (b), approssimazioni tipo V .

zata tipo S può essere realizzata da circuiti tutti dello stesso tipo, la spezzata tipo V può essere condizionata al segno della curvatura. Nella tabella I queste precisazioni sono fornite caso per caso.

CONCLUSIONE.

In questo lavoro si è dimostrato come qualsiasi caratteristica di bipolo con resistenza differenziale mai negativa è attuabile con una rete di generatori ideali di corrente e di tensione, resistori normali e raddrizzatori idea-

li. Si è mostrato come tale attuabilità non è limitata dalla presenza di flessi, nè dai valori che in essi assume la derivata della funzione.

Lo studio qui eseguito ha due conseguenze principali. La prima è che un metodo di analisi per le reti di bipoli anomali e resistenza differenziale non negativa può essere quello di convertire ogni bipolo nella corrispondente rete con raddrizzatori e risolvere poi questa con i procedimenti noti.

La seconda è che si può trasferire alle reti di bipoli anomali del tipo detto ogni proprietà valida per le reti con raddrizzatori. In particolare si può applicare la proprietà che la soluzione di tali reti è unica. Si può quindi affermare che: in una rete di bipoli anomali con resistenza differenziale sempre positiva, le tensioni e le correnti sono definite dalle caratteristiche dei bipoli e dai collegamenti, e non dall'ordine con cui i bipoli sono stati collegati.

Manoscritto pervenuto il 5 agosto 1961.

BIBLIOGRAFIA

- [1] T. E. STERN: *Piecewise - linear network theory*. - « Technical Report », 315. June 1956, Massachusetts Institute of Technology Research Laboratory of Electronics.
- [2] M. PETTERNELLA e A. RUBERTI: *Un generatore di funzioni di due variabili a diodi*. - « L'Elettrotecnica », marzo 1960, pagg. 213÷221.
- [3] G. BIORCI: *Reti a correnti costanti con raddrizzatori ideali*. « L'Elettrotecnica », settembre 1957, n. 9, pag. 541.
- [4] G. BIORCI: *L'analisi delle reti con raddrizzatori*. - « Memorie della Accademia delle Scienze di Torino », Serie 3^a, Tomo 4, Parte I, n. 2, maggio 1959, n. 5, pagg. 87÷117.
- [5] J. BONNEL DENNIS: *Mathematical programming and electrical networks*. - « Technology research press monographs », J. Wiley & Sons, New York, 1959.

Risposta alla domanda N. 5

(pubblicata nel N. 1 del 1961 a pag. 36)

1. - Esplorazione di una urna.

p il contenuto relativo di palline bianche nell'urna esplorata
 $0 < p < 1$ (incognita).

N numero di sorteggi effettuati per urna.

q numero di palline bianche estratte.

Y probabilità di estrarre q palline bianche su un numero N di sorteggi (funzione discontinua di N , q , e continua di p).
 Con un sorteggio abbiamo:

probabilità che venga bianca ($q = 1$) | $Y = p$
 » » » nera ($q = 0$) | $Y = 1 - p$.

Con N sorteggi abbiamo 2^N possibilità di serie di palline bianche e nere disposte in ordine di sorteggio. Se q sono le palline bianche la probabilità che si verifichi una di queste serie è data da $p^q (1-p)^{N-q}$. Il numero delle serie contenenti q palline bianche è ovviamente dato dalle combinazioni di N elementi a q a q . Per cui il numero di probabilità che con N estrazioni si levino q palline bianche è dato da:

$$(1) \quad Y = \binom{N}{q} p^q (1-p)^{N-q}$$

A verifica di questa formula sommiamo tutte le probabilità Y ottenute facendo assumere a q tutti i valori da zero ad N . Otteniamo lo sviluppo binomiale di un binomio tipo $(a+b)^N$ con $a = p$, $b = 1-p$ e cioè eguale alla unità come deve essere la somma di tutte le probabilità.

Le probabilità che il complesso delle N estrazioni rappresenti il campione del contenuto dell'urna si ottengono ponendo nella (1) $q = Np$, o meglio $q = \widehat{Np}$ essendo \widehat{Np} il numero intero più prossimo al Np :

$$(2) \quad Y = \binom{N}{\widehat{Np}} p^{\widehat{Np}} (1-p)^{N-\widehat{Np}}$$

$$\widehat{Np} - \frac{1}{2} < \widehat{Np} < Np + \frac{1}{2}$$

$$(3) \quad p - \frac{1}{2N} < \widehat{p} < p + \frac{1}{2N}$$

(\widehat{p} non generalmente intero) e con ciò la (2) rappresenta la probabilità che N estrazioni forniscano un campione dell'urna esaminata con tolleranza di un errore rispetto il valore

$$\text{di } p \text{ dell'urna stessa di } \pm \frac{1}{2N}.$$

2. - Ricerca della curva rappresentativa dei contenuti delle urne.

La (2) rappresenta l'algoritmo cercato.

Il suo uso diretto è poco agevole poichè è in funzione della p a sua volta funzione a priori incognita della variabile n rappresentante l'urna a cui si riferisce.

Vogliamo quindi mostrare come mediante la (2) e con il complementare ausilio di interpolazioni grafiche si possa determinare la funzione $p = p(n)$ indicativamente tracciata nel grafico annesso alla domanda quesito.

Data la continuità della funzione riteniamo sufficiente poter disporre di una serie di punti per i quali è tollerata una escursione di $\pm 0,025$ (nella scala in cui la massima ordinata è $p = 1$) rispetto al valore reale.

Con riferimento alla formula (3) ci accontentiamo quindi di ricercare valori di \widehat{p} che siano:

$$(4) \quad \widehat{p} - 0,025 < \widehat{p} < \widehat{p} + 0,025.$$

Con una serie di valori di \widehat{p} sarà allora agevole ricavare i valori \widehat{p} appiattendolo graficamente le rugosità della curva.

Il campo così determinato è equivalente a quello di molte misure industriali.

Per confronto della (3) con la (4) si ottiene:

$$\frac{1}{2N} = 0,025 \quad N = 20$$

Posto nella (2) $N = 20$ abbiamo:

$$(5) \quad Y = \binom{20}{\widehat{20p}} p^{\widehat{20p}} (1-p)^{20-\widehat{20p}}$$

Mediante questa formula ci siamo calcolati i valori di Y in un campo $0,1 < p < 0,9$. Il risultato nel grafico in fig. 1. Le estrazioni oltre tali limiti sono evidenti poichè agli estremi ($p = 0$) e ($p = 1$) le probabilità di estrarre rispettivamente tutte nere e tutte bianche sono totali ($Y = 1$).

La curva è necessariamente simmetrica, potendosi ovunque invertire il termine «bianche» con «nere». Tale sim-

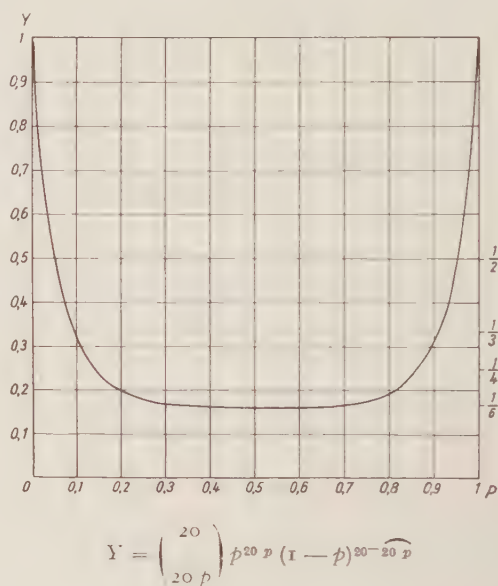


Fig. 1.

metria risulta pure analiticamente dalle formule (2) e (5). Il significato della curva è evidente: in una ampia zona centrale ogni sei urne esplorate (con 20 estrazioni), una mediamente verrà indovinata nei limiti di tolleranza $\pm 0,025$.

Poi abbiamo i ginocchi al termine dei quali tale numero scende a 3, successivamente ci si avvia rapidamente verso la unità con una urna indovinata su due, per $p = 0,05$, $p = 0,95$.

Riteniamo l'intervallo centrale compreso nei limiti $0,2 < p < 0,8$. Nel diagramma del proponente (dove p è l'ordinata) corrispondono ivi 8 punti per ottenere i quali occorre esplorare $6 \times 8 = 48$ urne egualmente distribuite e non necessariamente tutte distinte (ogni esplorazione di 20 estrazioni).

Cioè 8 urne per ogni intervallo $\Delta p = 0,1$.

Estendendo questa regola a tutto il campo avremo:

— nell'intervallo da 0,1 a 0,2 al quale corrisponde la probabilità di circa $1/4$ abbiamo $8 : 4 = 2$ punti (nel diagramma ne figurano 3) altrettanto dicasi l'intervallo 0,8 - 0,9;

— nell'intervallo da 0,05 a 0,1 al quale corrisponde probabilità di circa $1/3$ abbiamo $4/3$ punti (nel diagramma ne figurano 3 ma appaiono esuberanti).

In definitiva, isolati convenientemente gli estremi tutto il campo potrà essere esplorato analizzando $8 \times 10 = 80$ urne.

Conclusione.

Premesso quanto sopra praticamente si opererà come segue: isolati convenientemente gli estremi si sceglieranno 80 urne il più possibile uniformemente distribuite e non necessariamente tutte distinte.

Per ciascuna urna si effettueranno 20 estrazioni attribuendo il rapporto (bianche estratte) / 20 a probabile contenuto relativo in palline bianche dell'urna.

Si otterranno così 80 valori compresi fra lo zero e l'unità

che corrisponderanno ad altrettanti punti su un diagramma avente per ascisse la progressiva posizione delle urne e per ordinate i valori dei rapporti trovati, o in altre parole, la quantità p come sopra definita.

Sulla scorta del calcolo sopra riportato si può prevedere che gli 80 punti così riportati, andranno addensandosi nell'intorno immediato di una linea ideale che non sarà difficile individuare e tracciare in modo continuo e che rappresenterà appunto la funzione $p = p(n)$ cercato.

Ing. Silvio Carini

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Convegno A. E. I. per la rassegna elettronica a Roma

Un folto gruppo di Soci appartenenti alle diverse Sezioni dell'Associazione Elettrotecnica Italiana ha partecipato al Convegno tenuto a Roma, in occasione della VIII Rassegna Internazionale Elettronica Nucleare e Teleradiocinematografica.

Il programma serrato e sempre molto interessante, ha permesso di concentrare, nei pochi giorni a disposizione, uno sviluppo notevole di manifestazioni tecniche e turistiche; per le Signore dei partecipanti era stato studiato un programma in parte separato da quello dei Soci e di interesse prettamente turistico.

Segnaliamo alla gratitudine di tutti i partecipanti al Convegno l'ing. D. Albertazzi, Presidente della Sezione di Roma che, coadiuvato dal Segretario della Sezione ing. R. Proia, ha efficacemente curato la organizzazione facilitando lo svolgimento del complesso programma stabilito.

Ringraziamo sentitamente le Direzioni degli Enti e delle Società visitate per l'accoglienza simpatica e cordiale fatta ai Soci dell'AEI.



Fig. 1. — Il Senatore Focaccia parla ai visitatori.

Vogliamo ricordare in particolare la Presidenza della Rassegna, il Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare e le Direzioni della Società SIMEA e delle Società Contraves Italiana, Selenia e MISTRAL.

Anche gli Enti locali hanno dimostrato la loro simpatia per i congressisti. In particolare ringraziamo la Sovrintendente prof. Giulio Jacopi e della dott.ssa Paola Zaccagni e la Direzione Villa d'Este - Villa Adriana nelle persone del Direttore prof. Roberto Vighi e del Segretario dr. Michele

Formica, che hanno agevolato molto cortesemente le visite al Museo Archeologico di Palestrina e a Villa Adriana.

Ci è gradito rivolgere un ringraziamento ben caloroso al Segretario Generale della Rassegna dr. Benvenuti per la cortesia con la quale si è prodigato a favore dei nostri Soci.



Fig. 2. — Il Senatore Focaccia e il prof. Angelini si salutano durante la cerimonia di ricevimento.

A lui, che è uno dei più fervidi animatori della Rassegna alla quale dedica, con grande passione e competenza la Sua attività, si deve in gran parte la buona riuscita della manifestazione.

Venerdì 23 giugno. Il mattino, alle ore 10, i Soci dell'AEI sono stati cordialmente ricevuti al Palazzo dei Congressi dell'E.U.R. dal Presidente della Rassegna Senatore prof. Basilio Focaccia, dall'avv. Nicola Castracane e dal dr. Evandro Benvenuti.

Il Senatore Focaccia ha porto il saluto ai Soci dell'AEI con le seguenti parole:

« Sono lieto di porgere il saluto della Rassegna Internazionale Elettronica Nucleare e Cinematografica ai Soci dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, qui convenuti, e nello stesso tempo di esprimere vivo compiacimento e soddisfazione per una iniziativa che per la prima volta vede quest'anno la sua realizzazione.

« Si è infatti, offerta ai Soci di tutte le Sezioni d'Italia dell'Associazione Elettrotecnica Italiana la possibilità di partecipare ad un raduno, a Roma, presso la nostra Rassegna, in coincidenza con le giornate in cui si tiene uno dei convegni più significativi e di maggiore interesse per gli elettrotecnici.

« L'occasione mi è tanto più gradita in quanto alla Vostra associazione, appartengo da oltre 40 anni.

« Ne ho seguito molto da vicino l'ascesa e, finchè altre prevalenti occupazioni non me lo hanno impedito, ho assistito alle vostre manifestazioni, in particolare ai vostri Convegni annuali, ed ho preferito la vostra pregevole rivista per la pubblicazione dei risultati dei miei studi e delle mie esperienze.

« Non debbo certo diffondermi qui ad illustrare, a Voi, l'origine ed il significato della nostra Rassegna, e nemmeno dirvi i motivi per cui questa manifestazione annuale si è sviluppata con lo stesso ritmo vertiginoso con cui progrediscono, in questo periodo, la scienza e la tecnica, perchè ritengo che tutto ciò sia a voi ben noto.

« Il primo nostro convegno risale al 1953, e si occupò di particolari aspetti delle Telecomunicazioni.



Fig. 3. — Visita alla VIII Rassegna Nazionale Elettronica Nucleare e Teleradiocinematografica al Palazzo dei Congressi all'E.U.R.

« L'esposizione, che ad esso si accompagnava, riguardava il campo televisivo.

« Oggi gli argomenti che formano oggetto di esposizione, di discussione e di simposio si estendono anche all'energia nucleare, a quella eolica, solare e geotermica, alla elettronica, ai problemi spaziali ed alla tecnica cinematografica, e l'interesse della esposizione è andato costantemente aumentando per la qualità e la quantità dei materiali esposti, per l'interesse sempre maggiore che vi hanno preso amministrazioni dello Stato e aziende più svariate: ma ciò che mi preme ricordare è che la partecipazione estera a questa nostra Rassegna si è costantemente e notevolmente intensificata.

« Del contenuto dei lavori svolti nei nostri Convegni, potrete rendervi conto, consultando gli Atti la cui collezione ha raggiunto già proporzioni ragguardevoli.

« Noterete come essi contengano l'espressione del pensiero e i risultati di ricerche teoriche e sperimentali, compiute in tutto il mondo, e di cui sono stati relatori alcuni fra i massimi esponenti della scienza e della tecnica.

« Lieto che l'invito da noi rivolto sia stato così favorevolmente accolto, nel ringraziare l'illustre Vostro Presidente generale e mio fratello, giovane, collega prof. Angelini, l'Ufficio Centrale dell'AEI, tutti i Soci vicini e lontani, esprimo l'augurio che il raduno di questo anno segni l'inizio di una simpatica consuetudine che mi auguro possa continuare ininterrotta negli anni a venire ».

Il Presidente generale dell'AEI, prof. ing. A. M. Angelini, ha ringraziato a nome di tutti i presenti il Sen. Focaccia delle gentili espressioni e si è unito a lui nell'augurio di una sempre più stretta collaborazione fra la Rassegna e la nostra Associazione.

Successivamente i Soci dell'AEI hanno visitato l'interessante Rassegna, accompagnati dal dr. Benvenuti che con competenza e cortesia si è prodigato nel dare loro le più ampie illustrazioni relative alla molteplice esposizione.

Al termine della visita, la Presidenza della Rassegna ha offerto un vermouth d'onore ai partecipanti al Convegno.

Al pomeriggio i Soci hanno potuto presenziare alla Riunione di apertura del Panorama del progresso elettronico.

Durante la riunione, presieduta dal prof. Carlo Miche-

letta che sostituiva il prof. Algeri Marino impossibilitato ad intervenire, sono state presentate interessanti relazioni.

La prima relazione, tenuta da Mr. Morris Halio dello « Strategy and Tactics Analysis Group » (U.S.A.), riguardava



Fig. 4. — Visita ai laboratori del Sincrotrone a Frascati.

l'applicazione dell'analisi operativa alla logistica delle apparecchiature militari.

I problemi organizzativi dell'elettronica sono stati puntualizzati in una relazione presentata dal Col. Italo Del Bue, come esposizione di un punto di vista personale e in una dichiarazione inviata dall'ing. Cosimo Pistoia, Consulente per l'elettronica della Finmeccanica.



Fig. 5. — Ruderi del tempio della Fortuna Primigenia a Palestrina.

La interessante giornata si è chiusa con la proiezione, nell'Aula Magna del Palazzo dei Congressi di un film a soggetto e di due interessanti documentari scientifici sull'atomo e sul controllo di qualità nei transistori.

Sabato 24 giugno. La mattinata si è iniziata con la visita alla Società Contraves Italiana. I Soci dell'AEI, ricevuti con aperta cordialità dal Direttore ing. Francesco Kaporossy, hanno avuto modo di conoscere lo spirito che anima il lavoro di una delle più importanti nostre industrie per la produzione militare, centrali di tiro, radar e missili, già da tempo pienamente affermata in campo internazionale. La visita allo stabilimento, nella quale i Soci sono stati guidati oltre che dall'ing. Kaporossy, dal comandante Piazzesi, dal dr. Strambiluti e dal colonnello Szöllosy, ha dato una chiara idea dell'ottima attrezzatura della Ditta, atta a corrispondere alle particolari esigenze di sicurezza e precisione richieste alle apparecchiature militari.

È seguita la visita alla Società Selenia.

Il prof. ing. Carlo Calosi, Amministratore Delegato della Selenia ha ricevuto i congressisti ricordando la sua appartenenza all'AEI e manifestando la sua soddisfazione per aver avuto in questa occasione la possibilità di incontrare i consoci.

La Selenia è una società giovanissima, nata pochi anni

or sono con l'apporto tecnico e finanziario delle società italiane Edison e Finmeccanica e della società statunitense Raytheon.

La produzione della società Selenia comprende: radar per controllo di traffico aereo, radar meteorologici, radar marittimi, radar di scoperta, radar di tiro e complessi per missili.

L'alta qualificazione del personale e la modernissima attrezzatura, che i visitatori hanno avuto modo di apprezzare anche nel breve tempo a disposizione, fanno di questo complesso una grande forza di ricerca e di realizzazione nel campo radar.

L'ultima parte della mattinata è stata dedicata alla interessante visita all'elettrosincrotrone da 100 MeV di Frascati.

In sostituzione del prof. Italo F. Quercia, temporaneamente assente, i Soci dell'AEI sono stati ricevuti dal dr. Gianfranco Corazza che ha gentilmente illustrato il funzionamento dell'elettrosincrotrone, il suo impiego da parte di gruppi di studio appartenenti alle varie Università e centri di studio d'Italia, per ricerche di fisica delle alte energie, e infine le precauzioni prese per difendere il personale dalle intense radiazioni prodotte.

I Convenuti si sono ritrovati poi, al pranzo sociale a Monte Porzio Catone, con le Signore che avevano seguito un altro itinerario.

Al termine del pranzo il prof. Angelini ha rivolto parole di saluto ai soci e si è cordialmente compiaciuto con gli organizzatori del Convegno.

Il prof. Angelini ha avuto inoltre parole di vivo ringraziamento per la cortese, fraterna accoglienza fatta dalla Rassegna Elettronica ai Soci dell'AEI.

A nome della Presidenza della Rassegna, l'avv. Castracane, Presidente del Comitato Esecutivo della Rassegna stessa, ha risposto al prof. Angelini ed ha, a sua volta, espresso parole di cordiale saluto a tutti i Soci.

Il pomeriggio è stato dedicato alle antichità di Palestrina, visitando il Museo Archeologico Prenestino sontuosamente allestito nelle sale del Palazzo Borghese (già Colonna) il quale è costruito ad anfiteatro sugli avanzi della parte più elevata del Tempio della Fortuna Primigenia.

In questa visita i Soci sono stati accompagnati dall'Assistente sig. Ruggiero Cesini che, con una appassionata con-

versazione, ha illustrate le rare bellezze del Museo ordinate con sapiente cura dal Sovrintendente prof. Jacopi.

La maggior parte dei partecipanti al Convegno si è ritrovata a Tivoli per una cena sociale e successivamente si è recata allo spettacolo «Suoni e luci» nella Villa Adriana a Tivoli. Lo spettacolo, che rievocava la vita e le opere dell'Imperatore Adriano, ha avuto un grande potere suggestivo ed ha entusiasmato tutti i presenti.

Domenica 25 giugno. La visita alla centrale nucleare di Latina effettuata nella mattinata ha suscitato molto interesse nei partecipanti. La centrale è attualmente in fase di avanzata costruzione.

In sostituzione del Vice Presidente della SIMEA (Società Italiana Meridionale Energia Atomica) ing. Mario Di Benedetto, temporaneamente assente da Latina, l'ing. Girolamo Calabria, Capo del Servizio Impianti Agip-Nucleare, ha illustrato ai Soci dell'AEI il principio di funzionamento di un reattore nucleare con moderatore a grafite. Successivamente si è svolta, dietro la guida dell'ing. Calabria, dell'ing. Franco Orsenigo e di numerosi altri specialisti, una interessante visita agli impianti della centrale e all'interno dell'involucro stesso del reattore.

Dopo il pranzo consumato a Latina, i partecipanti si sono recati alla visita dello stabilimento della Società MISTRAL (Manifattura Intereuropea Semiconduttori Transistori Latina). Questa società è stata fondata recentemente e lavora su licenza della C.S.F. (Compagnie Générale de Télégraphie sans fil, Parigi) nel campo dei diodi e dei transistori per impiego nei radiricevitori e nei televisori.

Ricevuti con gentile cordialità dal Direttore generale ing. Garreta e dal Direttore Tecnico Cecchi, i Soci dell'AEI hanno potuto con questa visita farsi una chiara idea dei processi di fabbricazione attualmente usati per la costruzione dei diodi a semiconduttori.

✱ ✱

Complesso idroelettrico-irriguo nella valle del Kant. — Da una pubblicazione della Piemonte Centrale di Eletticità PCE, desumiamo queste notizie sugli impianti che furono visitati in occasione della LXII Riunione Annuale.

Il gruppo di impianti idroelettrici del Kant, utilizza in-

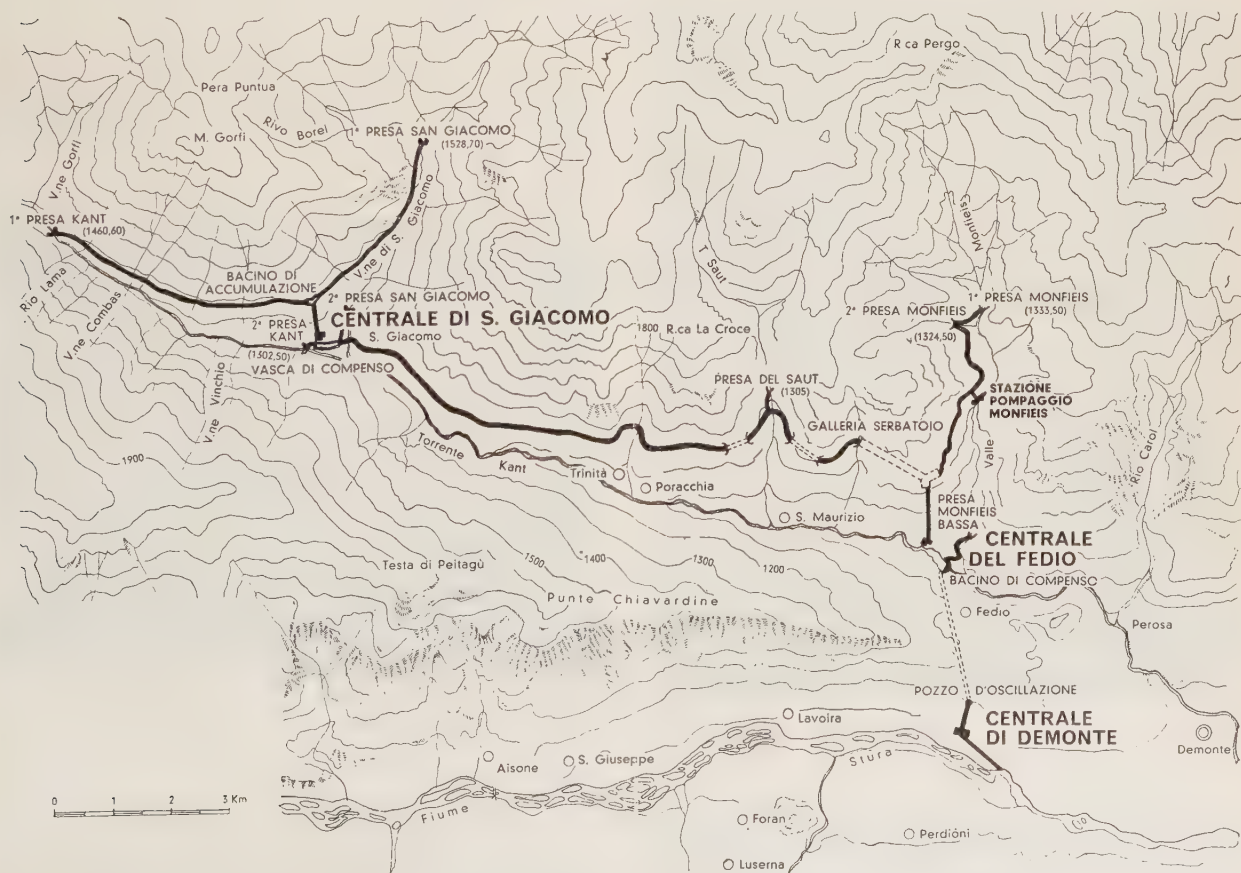


Fig. 1. — Planimetria generale degli impianti del Kant.

tegralmente i deflussi del torrente Kant, affluente di sinistra del torrente Stura di Demonte, fra le quote 1460,60 e 752,50. Per la sua abbondanza d'acqua — relativamente al-

una potenza installata di 23 500 kVA ed una producibilità media annua di oltre 57 milioni di kWh ripartiti su tre centrali.

Il primo impianto (S. Giacomo) consente di accumulare le portate di un bacino imbrifero di 28,2 km² per 12 ore al giorno fino al massimo di 1,1 m³/sec per derivarle poi, rad-

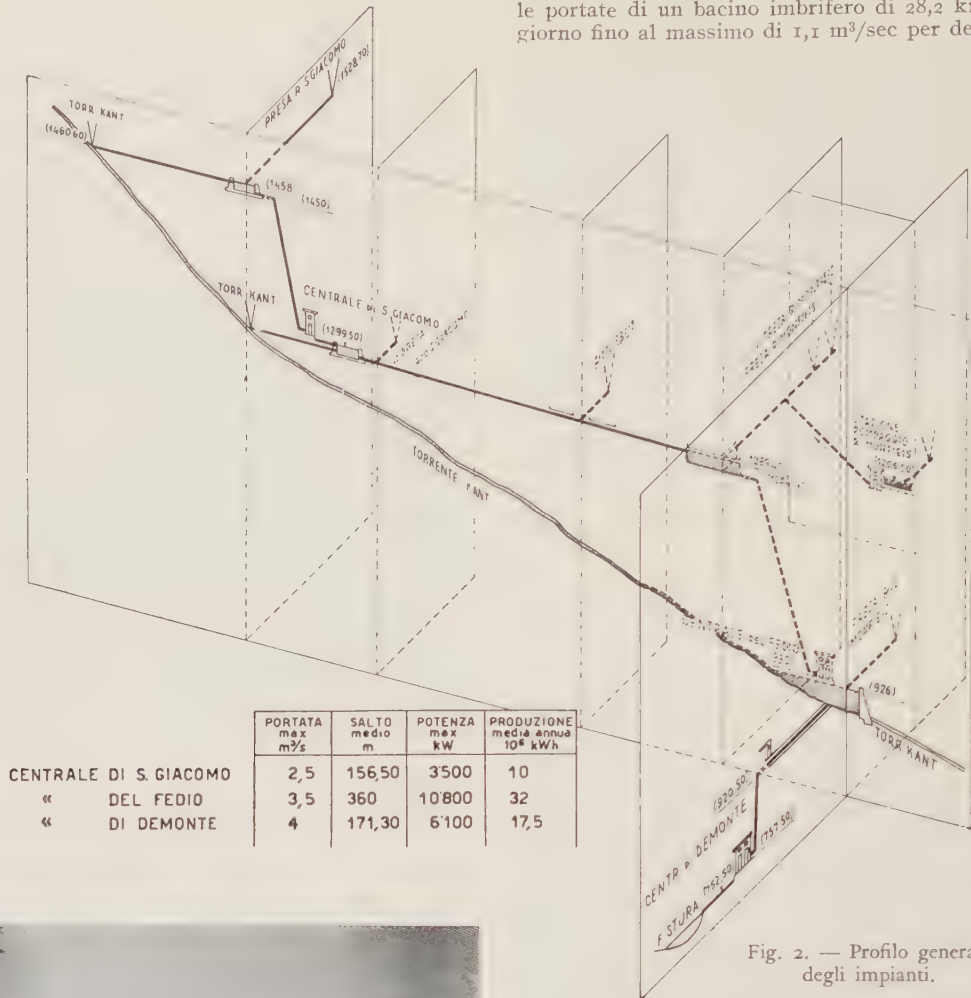


Fig. 2. — Profilo generale degli impianti.

doppiate, per le rimanenti 12 ore attraverso un bacino giornaliero di 48 000 m³ circa ricavato al termine del canale derivatore mediante lo sbancamento di un crinale fra i ver-



Fig. 3. — La centrale del Fedio.

meno alla modesta estensione del bacino imbrifero di 62 km² in tutto — unita alla forte pendenza ed alla disposizione, nell'ultimo tratto, quasi parallela al più profondo solco vallivo del torrente Stura, è stato possibile ricavare nella piccola vallata del Kant un notevole complesso di impianti, con

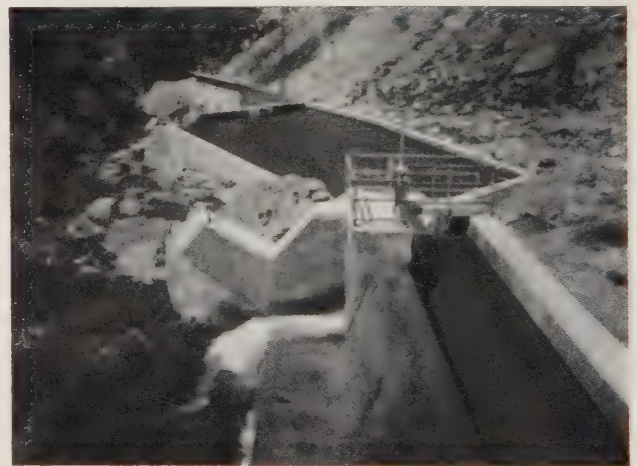


Fig. 4. — Stazione di pompe di Monfeis.

santi del Kant e del Rio S. Giacomo, per oltre 103 000 m³ di roccia. Con un salto netto di 162 m ed una portata massima di 2,50 m³/sec, la potenza installata in centrale (un gruppo verticale turbina Francis-alternatore) è di 4 000 kVA, e la producibilità media annua di circa 10 milioni di kWh.

Allo scarico del primo salto è disposto un secondo bacino, della capacità di 18 000 m³ nel quale confluiscono anche le portate residue del Kant e del Rio S. Giacomo per altri 9 km² di bacino imbrifero, mentre al termine del canale derivatore del secondo salto, in una galleria-serbatoio di 14 500 m³ vengono accumulati gli apporti del Rio del Saut e del Rio Monfiefs, affluenti di sinistra del Kant, per altri 8,5 km² di bacino scolante.

Questo secondo salto, denominato Fedio e che sorge poco a valle di una vecchia centralina di 200 kW sottesa e che nel 1928 aveva dato l'avvio alla utilizzazione di quel corso d'acqua, sfrutta una portata massima di 3,5 m³/sec su di un

✱ ✱

L'impianto idrotermoelettrico di Moncalieri. — In occasione della LXII Riunione Annuale, i congressisti hanno fra l'altro visitato l'impianto di Moncalieri della Azienda Elettrica Municipale di Torino. Riportiamo qui le principali caratteristiche di questo impianto.

Come è noto la Azienda Elettrica Municipale di Torino possiede un importante gruppo di impianti idroelettrici nella Valle dell'Orco, capaci di una produzione di 615 milioni di kWh in una annata idrica media.

Un altro gruppo di impianti idroelettrici è stato svilup-

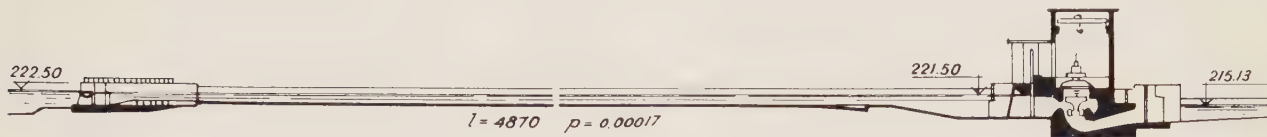


Fig. 1. — Profilo dell'impianto idroelettrico di Moncalieri.

salto netto di 360 m; la potenza del macchinario installato — due turbine Pelton calettate ad un unico alternatore — è di 12 500 kVA; mentre la producibilità media annua raggiunge i 30 milioni di kWh.

Infine, poco a valle dello scarico del secondo salto, si è sbarrata la valle del Kant con una diga a gravità a profilo tracimabile, alta 25 m e lunga in cresta 73 m, munita di due luci di scarico di fondo chiuse da paratoie a settore, che consente di ricavare un invaso di oltre 77 000 m³ di cui 53 000 utilizzabili.

In esso, oltre allo scarico del secondo salto, si raccolgono per altri 16 km² anche le acque del residuo bacino del Monfiefs e del basso corso del Kant, che così viene integralmente sfruttato.

La funzione di quest'ultimo serbatoio, che inizialmente consisteva principalmente nella reintegrazione delle portate irrigue continue a vantaggio delle utenze a valle, ha assunto ora una maggiore importanza anche per la regolazione di potenza dell'ultimo salto (Demonte) in seguito alla costruzione di un serbatoio di compenso sulla Stura di Demonte a Roccasparvera, da parte della Compagnia Imprese Elettriche Liguri (CIELI) con la quale sono stati presi accordi per l'utilizzazione di una quota parte dell'invaso utile.

Dal suddetto serbatoio del Fedio è derivata una galleria in pressione che, attraverso il costone che separa la valle del Kant da quella della Stura di Demonte, convoglia le acque, sempre regolate salvo nei mesi irrigui di maggior magra, alla centrale del terzo salto (Demonte) che è situata appunto nella valle della Stura e restituisce definitivamente le acque in questo fiume a monte della confluenza con il torrente Kant.

In questa centrale, che utilizza una portata massima di 4 m³/sec sul salto di 173 m è installato un gruppo verticale analogo a quello del primo salto, ma di 7 000 kVA di potenza e capace di una produzione media annua di oltre 17 milioni di kWh.

A integrazione di questi impianti, per una più razionale utilizzazione di tutte le acque disponibili, è stato costruito nel 1960 un impianto di pompaggio sul Rio Monfiefs, affluente di sinistra del torrente Kant. Esso sfrutta, pompandola per un dislivello di 99 m, la portata massima di 150 l/sec proveniente da risorgive che non possono essere captate dalle prese superiori. Esse vengono così accumulate nella galleria-serbatoio di 14 500 m³ dell'impianto del Fedio ed utilizzate in questo impianto con un salto utile residuo di 275 m ed una produzione netta di circa 1 milioni di kWh annui, aumentando ancora il pregio di questo sistema di impianti, modesto come potenza, ma razionalmente studiato per utilizzare integralmente le risorse idrauliche del bacino del torrente Kant.

I lavori per gli impianti del Kant, iniziati nella estate del 1949 con la sistemazione completa dell'esistente strada ex-militare della Val d'Arma per una lunghezza di 12 km, sono stati ultimati per quanto riguarda la parte idroelettrica nel maggio del 1954 con l'entrata in servizio del terzo salto, mentre il secondo era entrato in servizio nel novembre del 1953 ed il primo nel dicembre del 1952.

Il 1° gennaio 1961 è poi entrato in servizio, come si è detto, l'impianto di pompaggio dal Rio Monfiefs completando così l'utilizzazione della vallata.

pato dalla Azienda nella Valle della Dora Riparia; questi impianti rappresentano una producibilità annua media di 190 milioni di kWh.

La Azienda Elettrica Municipale di Torino possiede anche una piccola centrale idraulica sul Po, a San Mauro, per una producibilità media annua di 46 milioni di kWh.

La Azienda Elettrica Municipale di Torino è poi interes-

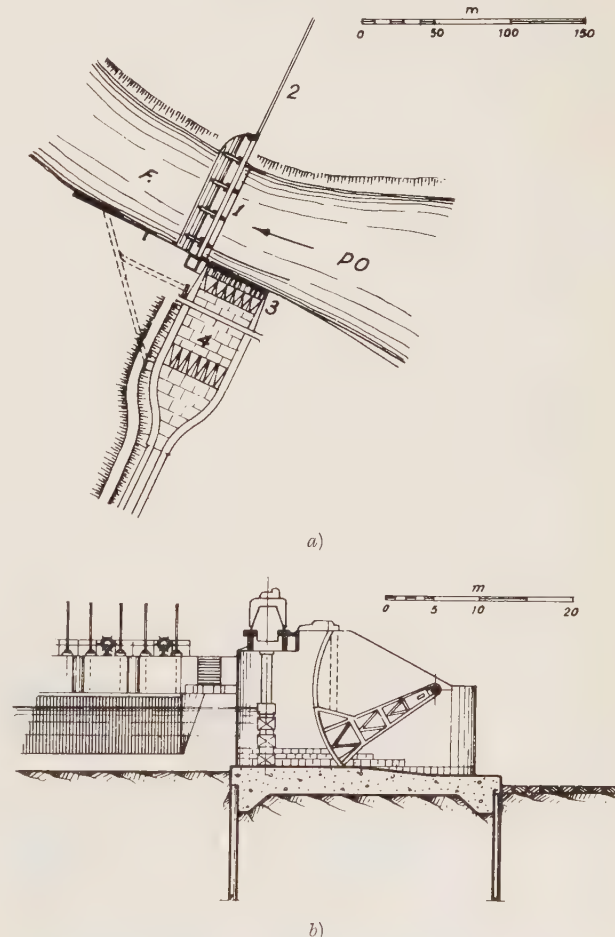


Fig. 2. — Planimetria e sezione dell'opera di presa.

1) traversa di sbarramento; 2) paratoia di ritenuta; 3) opera di presa; 4) canale moderatore.

sata nel Consorzio Elettrico del Buthier, insieme alle Ferrovie dello Stato e alla Soc. Cogne.

Questi impianti, a lavori ultimati potranno produrre circa 500 milioni di kWh in una annata idrica media.

Appartiene pure alla Azienda Elettrica Municipale di To-

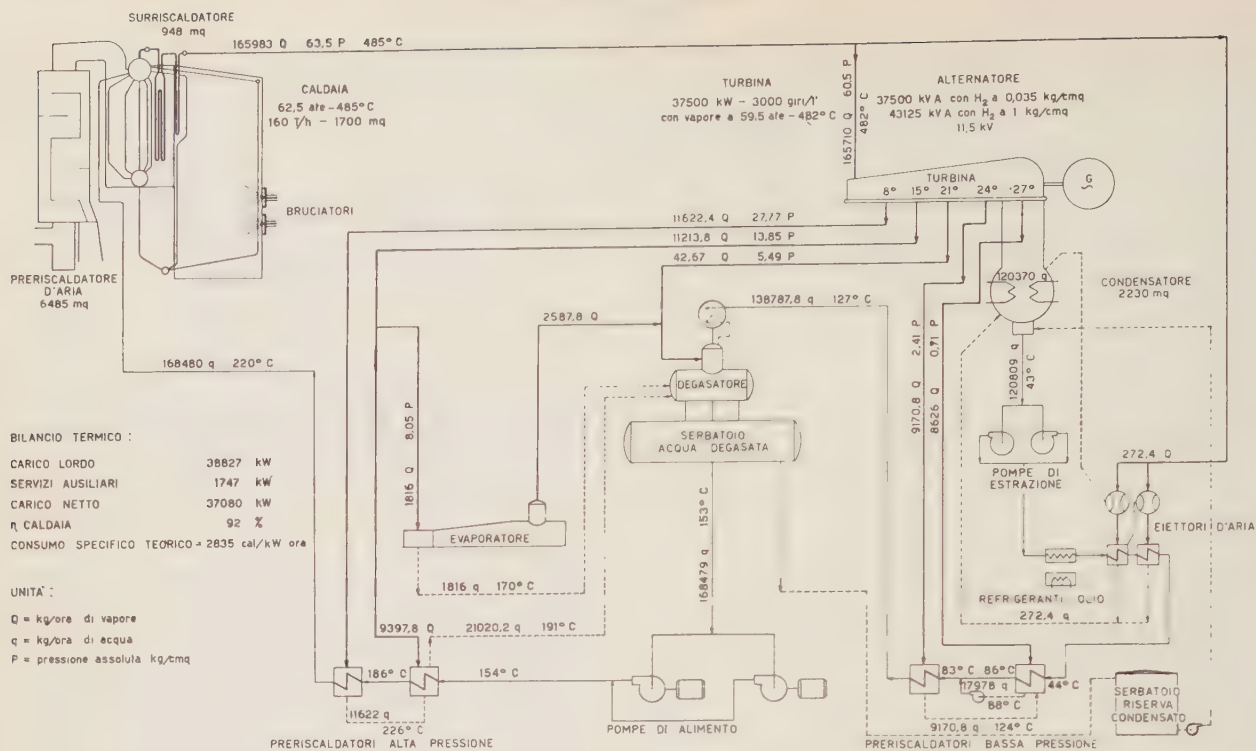
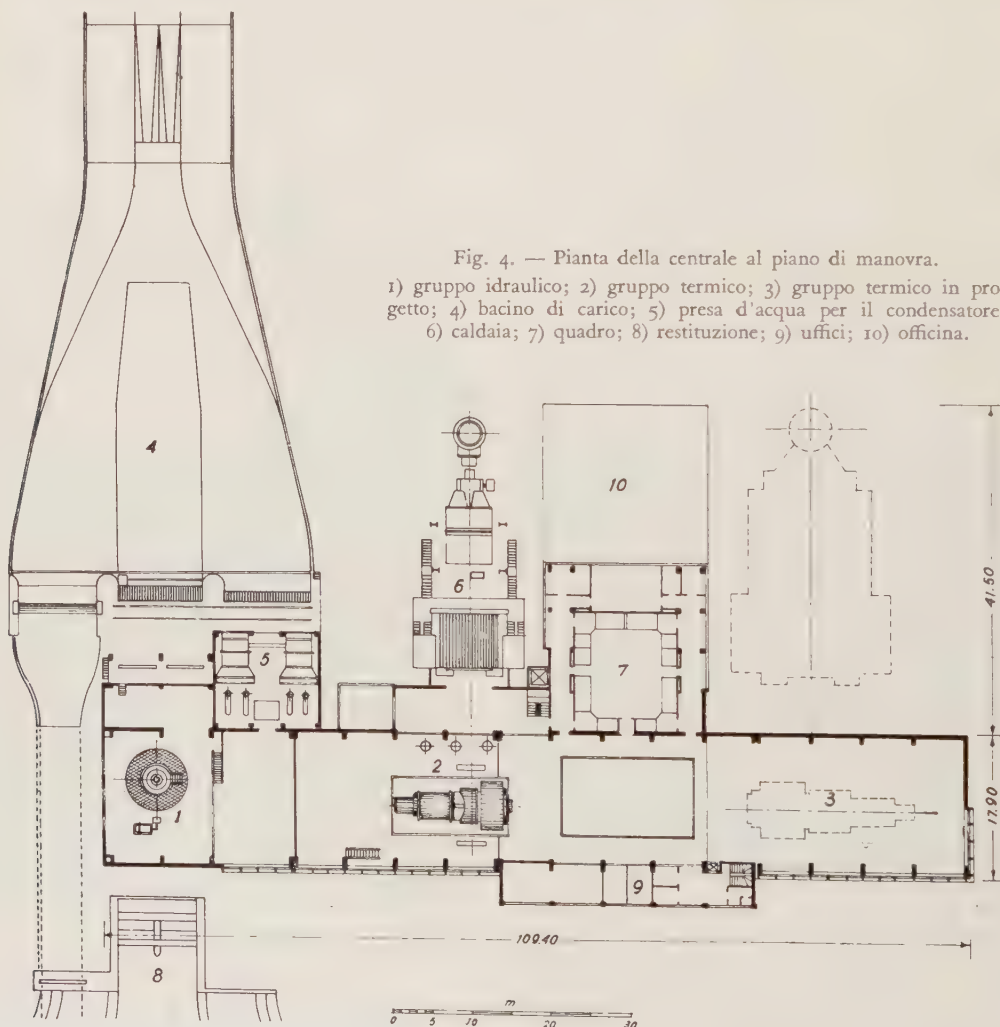


Fig. 3. — Schema termico dell'impianto a vapore (potenza attualmente installata 37 500 kW potenza prevista 160 000 kW).



rino la centrale termoelettrica del Martinetto, con turbina a gas, con una potenza di 15 000 kW.

A tutti questi impianti dell'Azienda si aggiunge quello di

Moncalieri il quale presenta una caratteristica non comune in quanto si trovano affiancati nella stessa centrale gruppi idroelettrici e gruppi termoelettrici.

La parte idroelettrica dell'impianto utilizza le acque di un canale derivato dal Po e sfrutta un salto medio utile di 6,37 m ma che può arrivare a un massimo di 6,90 m.

La portata disponibile è in media di 48,50 m³/s ma può arrivare a 70 m³/s.

È installato un gruppo ad asse verticale, con turbina Kaplan, della potenza di 4.500 kW, a 107 giri/min accoppiata a un alternatore da 5 500 kVA, a 6,3 kV. L'alternatore eroga su un trasformatore trifase da 5 500 kVA, 6,3/27 kV.

La parte termoelettrica dell'impianto di Moncalieri è costituita per ora da un gruppo turbina a vapore-alternatore da 37 500 kW. È prevista l'installazione di un secondo gruppo che avrà una potenza di 125 000 kW, portando così la potenza complessiva dell'impianto di Moncalieri a 160 000 kW.

Il gruppo attualmente installato è alimentato con una caldaia capace di produrre 160 t/h di vapore alla pressione di 60 kg/cm² e surriscaldato a 485 °C. La caldaia, che ha una superficie riscaldata di 1 700 m², è predisposta per poter bruciare nafta o metano.

La turbina da 37 500 kW, a 3 000 giri/min, comanda un alternatore trifase a 11,5 kV, con potenza apparente di 37 500 a 43 125 kVA. L'alternatore è raffreddato a idrogeno.

La turbina è munita di condensatore da 2 230 m² di superficie, che richiede una portata di 1 262 litri/sec di acqua refrigerante.

L'alternatore è connesso a un trasformatore da 40 000 kVA costituito da 3 unità monofasi, 11,5/(30±10 %)/130 kV.

* *

Pila nucleare in una stazione meteorologica artica. — A 1 100 km a Nord del Circolo Polare Artico, sull'Isola di Graham, il Weather Bureau degli Stati Uniti ha installato un osservatorio meteorologico automatico che potrà funzionare da solo per 10 anni, grazie all'utilizzazione di una batteria nucleare ad isotopi radioattivi che provvede a trasformare in elettricità le radiazioni emesse incessantemente da una fonte di 17 500 curie di stronzio-90.

La batteria ad isotopi è stata progettata, realizzata e sperimentata dalla Martin Company di Baltimore su contratto della Commissione americana per l'Energia Atomica (AEC). Il generatore nucleare a conversione diretta è analogo allo « Snap 7 » che la Guardia Costiera degli Stati Uniti si accinge ad impiegare per la alimentazione di impianti ausiliari automatici per la navigazione lungo le coste. Il « combustibile », costituito da pastiche di titanato di stronzio, è contenuto in un recipiente di 53 cm per 127 di altezza in lega anticorrosiva di « hastelloy-C ». Sessanta paia di termocoppie di tellururo di piombo provvedono alla conversione diretta in elettricità delle radiazioni emesse dallo stronzio-90. Il generatore vero e proprio pesa 25 kg, ma con la schermatura esterna di piombo il peso dell'impianto aumenta di altri 735 kg.

La potenza della batteria nucleare (5 watt alla tensione di 4 volt) consente il funzionamento delle due trasmettenti abbinate alla stazione meteorologica, che ogni tre ore trasmettono i dati sulla temperatura, la pressione, e la velocità e la direzione del vento.

L'intera stazione meteorologica automatica è sistemata in un cilindro di 2,40 m di altezza e 66 cm di diametro, interrato a sua volta nel terreno gelato a circa un metro e mezzo di profondità. La stazione verrà ispezionata una volta ogni due anni da specialisti provenienti dalla terraferma.

* *

A 33 GeV il più potente acceleratore del mondo. — L'acceleratore di particelle del Laboratorio Nazionale di Brookhaven ha raggiunto la potenza di 33 miliardi di elettroni-volt, la massima che sia mai stata ottenuta in laboratorio.

L'apparato, costruito dalla Commissione americana per l'Energia Atomica (AEC) per studi ed esperienze sulle particelle subatomiche, ha sviluppato anche un fascio di particelle antimateria da 20 miliardi di elettroni-volt.

Nell'impianto si utilizzano i protoni come « proiettili » destinati a bombardare e frantumare i nuclei degli atomi bersaglio.

L'acceleratore, del tipo a gradiente alternato, è sistemato in una galleria sotterranea circolare di oltre 800 m di diametro. L'accelerazione delle particelle è ottenuta con successive « spinte » impartite dai 240 elettromagneti disseminati lungo l'intera macchina.

L'apparato, in funzione dal 29 luglio 1960 a regimi sempre più elevati, è stato inaugurato ufficialmente il 13 settembre 1960 in occasione della Conferenza Internazionale sugli acceleratori ad alta energia, cui ha partecipato anche l'Italia con una delegazione ufficiale del CNEN.

* *

Campo magnetico continuo di 126 000 gauss. — Presso il Massachusetts Institute of Technology si è riusciti ad ottenere, nel nucleo di uno speciale magnete, un campo dell'intensità di 126 000 gauss continuo, a differenza dei campi magnetici più elevati finora raggiunti, che possono essere prodotti solo per la durata di pochi milionesimi di secondo.

Il magnete che è stato progettato dal dr. H. H. Kolm del M.I.T. National Magnet Laboratory e che è stato realizzato dalla High Voltage Engineering Co., consiste essenzialmente di un nastro di rame lungo circa 41 m e largo circa 15 cm. Il nastro che porta 3 000 fenditure di forma quadrata, viene avvolto su se stesso in modo che le fenditure formino canali attraverso i quali possa passare l'acqua di raffreddamento destinata a dissipare l'enorme potenza prodotta.

La portata del flusso d'acqua di raffreddamento è di 1 455 litri al minuto e il valore di corrente elettrica che si può raggiungere è di 10 000 A con un consumo di 1,88 · 10⁶ W.

Il campo magnetico viene prodotto all'interno di una cavità cilindrica di 1 pollice (2,54 cm) di diametro e 2 pollici (5,08 cm) di altezza, ricavata al centro del dispositivo.

Campioni di vario materiale possono essere introdotti in questa cavità per determinare l'effetto dell'elevato campo magnetico sulla loro struttura; le ricerche che potranno così essere condotte risulteranno in particolare di grande aiuto per lo studio dei materiali semiconduttori e dei fenomeni di superconduttività.

* *

Un concorso dotato di un premio di L. 2 000 000, per una monografia sul tema: « **Caratteristiche dei consumi di energia, con particolare riferimento alla situazione italiana** » è bandito dall'Istituto di Economia delle Fonti di Energia dell'Università Commerciale « Luigi Bocconi ».

Al concorso potranno partecipare cittadini italiani e stranieri a prescindere da qualsiasi titolo di studio o professione.

Le monografie dei concorrenti — in triplice copia dattiloscritte — dovranno pervenire all'Istituto di Economia delle Fonti di Energia presso l'Università Bocconi (Milano, Via Sarfatti, 23) entro il 31 ottobre 1962 e dovranno essere accompagnate da una domanda di ammissione. L'esame dei lavori presentati sarà demandato ad un'apposita Commissione all'uopo nominata dal Comitato direttivo dell'Istituto.

* *

Un Congresso Internazionale dell'Automazione, organizzato a cura della Associazione Nazionale Italiana per l'Automazione ANIPLA, si è svolto a Torino dal 24 al 26 settembre 1961.

Il congresso comprendeva 5 Sezioni: Teoria della regolazione automatica - Tecniche e strumenti di misura nella automazione - Elaborazione e trasmissione delle informazioni nella automazione - Applicazioni dell'automazione nei processi industriali continui - Applicazione dell'automazione nei processi industriali iterativi.

Per informazioni ecc., rivolgersi alla Segreteria Generale del Congresso (Milano, Piazza Belgioioso, 1).

* *

Premio Carosio. — Presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma l'apposita Commissione ha proceduto all'aggiudicazione del Premio Carosio istituito dalla Italcable in memoria del Fondatore della Società Ing. Giovanni Carosio in favore del miglior laureato 1960 in Ingegneria Industriale Elettrotecnica.

Il Premio è stato consegnato al vincitore dr. ing. Benito Palumbo in data 11 settembre 1961 nel corso di una riunione del Consiglio di Facoltà alla presenza dei rappresentanti della Italcable ing. Carlo Enrico Martinato e ing. Mario Suppan.

* *

Premi A.S.A. 1961-62 per tesi di laurea riguardanti l'alluminio. — L'Alluminio Società per Azioni (A.S.A.) di Milano, in accordo con l'Istituto Sperimentale dei Metalli Leggeri (I.S.M.L.), indice per l'anno 1961-62, un concorso a premi fra i laureati in ingegneria, in chimica o in fisica presso Università italiane, per le migliori tesi di laurea riguardanti la metallurgia estrattiva o fisica e la tecnologia dell'alluminio e delle sue leghe. Sono ammessi a concorrere i cittadini italiani che intendano conseguire la laurea in ingegneria, in chimica o in fisica entro il 31 marzo 1963.

La domanda di ammissione al Concorso redatta su carta libera, sarà inviata alla Direzione dell'Istituto Sperimentale dei Metalli Leggeri, Via San Giovanni sul Muro n. 9 - Milano, anche prima del conseguimento della laurea, correlandola dei documenti di rito.

Con l'invio della domanda, il candidato potrà fruire dell'assistenza tecnica dell'I.S.M.L. nello svolgimento della tesi di laurea, e potrà ottenere eventualmente l'ammissione ai laboratori di Novara di tale Istituto allo scopo di svolgere la parte sperimentale della tesi stessa. Conseguita la laurea, il candidato invierà la tesi, con l'attestato del Relatore e con il certificato di laurea, alla predetta Direzione.

Una commissione stabilirà la graduatoria dei candidati, le cui tesi sono state giudicate rispondenti allo spirito del concorso, per l'assegnazione dei seguenti premi: 1° premio L. 300 000; 2° premio L. 200 000; 3° premio L. 100 000.

La Direzione dell'Istituto Sperimentale dei Metalli Leggeri si riserva di inserire i vincitori del Concorso nei quadri del personale dei propri laboratori, per un periodo di perfezionamento di almeno un anno con la qualifica di allievo-ricercatore, onde prepararli per un eventuale loro successivo inserimento nei quadri della ricerca, dello sviluppo o della produzione, presso i settori metallurgici della Società Montecatini, S.A.V.A. e Consociate.

* *

È aperto il **concorso al premio di studio « A. Barbage-lata »** a favore di un laureato in ingegneria industriale elettrotecnica presso il Politecnico di Milano (Istituzione elettrotecnica Carlo Erba), che desideri perfezionare le proprie conoscenze frequentando un istituto scientifico del Politecnico di Milano. Possono concorrere al premio i laureati successivamente al mese di aprile 1956.

I concorrenti devono presentare domanda in carta legale da L. 100 al Rettore del Politecnico di Milano entro il giorno 30 dicembre 1961, precisando l'Istituto presso il quale intendono svolgere la loro attività e documentando la propria carriera scolastica e professionale.

Il premio, dell'ammontare di L. 720 000 nette, viene corrisposto in dodici rate mensili posticipate.

Alla fine dell'anno il beneficiario presenterà al Direttore dell'Istituto stesso una breve relazione, che questi trasmetterà col proprio giudizio al Rettore del Politecnico.

* *

Concorsi del Civico Istituto Colombiano. — Vengono istituiti, nell'ambito del « Convegno Internazionale delle Comunicazioni » premi in danaro destinati a cittadini italiani autori di « memorie », presentate alle Sezioni nelle quali si articola il Convegno: *Comunicazioni terrestri* (su rotaia, su strada, navigazione interna), *Comunicazioni Marittime*, *Comunicazioni Aeree*, *Comunicazioni Spaziali*, *Telecomunicazioni*.

Le « memorie » dovranno pervenire non oltre il 31 luglio 1962 al Civico Istituto Colombiano, Segreteria « Convegno Internazionale delle Comunicazioni », Palazzo Tursi, Genova.

Apposita Commissione nominata dalla Presidenza del Convegno darà il giudizio di merito.

L'importo dei premi è di L. 300 000 ciascuno.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

P. R. AIGRAIN - R. J. COELHO - G. ASCARELLI: *Electronic Processes in Solids*. (The Technology Press of M.I.T. and John Wiley and Sons, Inc., N. Y., 1960. Un volume di x + 67 pagine in 8°, con figure e diagrammi. Prezzo, rilegato, 4 dollari).

L'interesse teorico per i fenomeni di conduzione elettrica nei cristalli si è sviluppato assieme ai progressi della tecnologia dei semiconduttori, e di questi progressi è stato ad un tempo lo stimolo e la conseguenza. Nessuna meraviglia, quindi, che il M.I.T. abbia ritenuto opportuno pubblicare in una delle sue monografie il testo, parzialmente rielaborato, di otto conferenze tenute presso di esso da una autorità in materia, quale il prof. Aigrain.

Scopo del breve volume è di presentare le basi per lo studio dei fenomeni di conduzione elettrica nei solidi. Per quanto l'opera sia di modesta mole, essa raggiunge pienamente lo scopo prefisso, e lo raggiunge in modo invero assai brillante, rigoroso eppur molto conciso. Si tratta quindi di una monografia preziosa per chi debba lavorare in questo campo.

Gli argomenti si seguono a ritmo serrato, in successione logica e completa. Dopo l'introduzione della hamiltoniana del cristallo e della approssimazione di Born-Oppenheimer, si analizzano le vibrazioni armoniche dei nuclei. Indi, introduce la teoria delle perturbazioni, la si impiega per analizzare la diffusione dei fononi.

Vengono poi esaminati i concetti di reticolo reciproco e di zona di Brillouin, e viene formulata e risolta l'equazione d'onda elettronica.

I richiami sulla teoria della conduzione, sulle statistiche degli elettroni e sulle nozioni di teoria del trasporto permettono il calcolo della densità di corrente; la trattazione di questo argomento è completata dall'esame delle intera-

zioni tra elettroni e fononi, e tra elettroni e impurità di vario tipo. Un cenno sui fenomeni di conduzione in presenza di campi elettrici molto intensi conclude l'opera.

Molto ben curata la presentazione tipografica.

*

PFESTORF - SIEBERT: *Kleines Lehrbuch der Elektrotechnik. Band I. Wechselstrom*. (2ª ediz., 1960. Pagine VIII+122, con 146 figure. Prezzo cartonato DM 5.80) - *Band II. Elektrisches und Magnetisches Feld*. (1ª ediz., 1960. Pagine VII+111, con 124 figure. Prezzo cartonato DM 5.90).

La pubblicazione di una serie di volumetti, sotto il titolo di « Piccolo testo di Elettrotecnica », è stata suggerita agli Autori dal desiderio di evitare ai loro allievi l'assillo di prendere appunti durante le lezioni e di consentire quindi agli allievi stessi di seguire con maggior profitto le dimostrazioni fatte in classe. L'idea è dunque quella di dare agli studenti gli appunti già fatti, in quella forma sintetica ed essenziale che deve fissare i caposaldi della materia e rendere possibile all'allievo di ricostruire gli sviluppi e le dimostrazioni per proprio conto.

Uno scopo, come si vede, di semplice ausilio didattico, al quale si provvede generalmente nei nostri corsi universitari con le dispense litografate.

Entro questi limiti bisogna riconoscere che i volumetti che qui si esaminano sono bene impostati sia per l'ordine dell'esposizione e sia per la scelta della materia, che è quella dei normali corsi di elettrotecnica per ingegneri.

Un ultimo pregio di questa pubblicazione è il prezzo relativamente modesto.

*

P. J. B. CLARRICOATS : *Microwave Ferrites*. (Chapman e Hall, Londra, 1961. Un volume di XI+260 pagine in 8°, con molte figure. Prezzo, rilegato, 50 s.).

L'impiego delle ferriti nel campo delle microonde è stato oggetto di un grandissimo numero di ricerche in questi ultimi dieci anni. Ciò è dovuto sia all'interesse teorico dell'argomento sia alla fecondità di utilissime e singolari applicazioni pratiche di tali materiali.

A questo fervore d'indagini ha fatto seguito una serie di pubblicazioni e articoli che, pur mettendo lo studioso nella possibilità di informarsi sui risultati delle ricerche, presentano l'inconveniente di costituire delle fonti slegate e disuniformi.

Come lo stesso Autore lo conferma nella prefazione, il libro è nato con lo scopo di raccogliere e riordinare questi lavori in un'opera organica, certamente la prima in questo campo.

I primi due capitoli sono dedicati all'introduzione del problema ed alla descrizione delle proprietà fisiche delle ferriti. È dato particolare rilievo al fenomeno del ferrimagnetismo che viene inquadrato nella teoria delle proprietà magnetiche della materia. Si accenna ancora alle caratteristiche dielettriche delle ferriti.

Il terzo capitolo, fondamentale per quanto segue, affronta il problema del comportamento delle ferriti a microonde. Viene introdotto il tensore di permeabilità come legame tra le parti dipendenti dal tempo del campo magnetico e dell'induzione magnetica (medi in un volume opportunamente definito). Attraverso lo studio della propagazione della magnetizzazione in un mezzo infinito e in un mezzo finito di ferrite si ricavano quindi le componenti di tale tensore.

Ampio spazio ancora è dedicato al fenomeno della risonanza ferromagnetica, descritto nel caso di un singolo cristallo e nel caso di materiali policristallini.

Il capitolo successivo tratta molto diffusamente del meccanismo della dissipazione di energia nelle ferriti.

Tutti e due i capitoli sono particolarmente doviziosi di grafici e risultati sperimentali.

All'argomento più interessante per le applicazioni, cioè alla propagazione delle microonde attraverso le ferriti e le guide caricate con ferriti, è dedicato il quinto capitolo, il più lungo del volume.

Esso inizia con lo studio della propagazione di un'onda piana attraverso un mezzo ferritico infinitamente esteso, con l'analisi dell'effetto Faraday e della birifrangenza. Segue l'esame teorico e sperimentale di molti casi particolari. Il capitolo è un'utilissima raccolta di esperienze e di dati su tutti i problemi interessanti il comportamento dei dispositivi ferritici per le microonde.

L'ultimo capitolo, anche di grande interesse per il tecnico, è una rassegna dettagliata dei componenti a microonde impieganti le ferriti (isolatori, circolatori, ecc.).

Ogni capitolo è seguito da una ricca bibliografia sull'argomento.

Nel complesso si può dire che si tratta di un'opera la quale, pur risentendo in alcune parti della frammentarietà delle fonti e quindi non essendo sempre facile alla lettura, rappresenta tuttavia un valido aiuto allo studioso e al tecnico delle microonde, per la ricchezza dei dati riportati e per la completezza della trattazione.

La veste tipografica è veramente ottima.

*

INSTITUTE OF PHYSICS : *Noise in Electronic Devices*. (Chapman and Hall Limited, London. Reinhold Publishing Corporation, New York, 1961. Volume di 100 pagine, 15 x 25 cm, con numerose figure. Prezzo, rilegato, 35 s.).

Ciò che in generale si può dire per la scienza moderna e per l'elettronica in particolare, è vero anche per quanto riguarda lo sviluppo degli studi sul rumore: il loro nascere, cioè, è relativamente remoto, ma i maggiori progressi si sono raggiunti in pochi anni e tutt'ora le ricerche sono attive in questo campo. Se a questo fatto se ne aggiunge l'altro, che diverse sono le sorgenti fisiche del rumore, e diversi sono gli aspetti che può assumere una apparecchiatura elettronica, si comprende come finora non sia stato possibile avere una visione abbastanza unitaria del fenomeno ed un'unica formula matematica che lo rappresenti, e come su questo argomento sia quindi logico ed anche assai interessante tro-

vare un volume che raccolga lavori di autori diversi, ciascuno particolarmente competente nel suo campo. Questo aspetto è presente nell'opera che qui si recensisce, essendo essa basata sul materiale presentato alla conferenza tenutasi a cura dell'« Institute of Physics » a Baldock, Hertfordshire, nell'ottobre del 1959 e che ha trattato il tema « Noise in Electronic Devices ».

Il libro consta di sette capitoli, ciascuno di diverso autore, che danno una concisa ma soddisfacente conoscenza qualitativa sul fenomeno del rumore: certamente può raggiungere il fine di essere un testo per introdurre il lettore in questo difficile campo e fornire una utile bibliografia.

Nel primo capitolo, dopo una introduzione dei concetti fondamentali della matematica statistica necessari per trattare col calcolo il fenomeno casuale del rumore, si prendono in considerazione le sorgenti fisiche di esso, esaminando singolarmente i vari tipi di rumore che si conoscono. In questo capitolo si affrontano anche i problemi di trovare il circuito equivalente ad una sorgente di rumore, di definire le grandezze che caratterizzano il rumore di un sistema elettronico, e di misurare il rumore.

A questo primo capitolo, che fornisce una panoramica generale sul rumore, seguono gli altri, ognuno dei quali esamina un singolo componente elettronico o una singola apparecchiatura. Si apprendono così interessanti notizie sul rumore nei tubi elettronici, nei transistori, nei maser, negli amplificatori parametrici e negli amplificatori per microonde.

Buona la veste tipografica.

*

R. M. FUOSS - F. ACCASCINA : *La conducibilità elettrolitica*. (Edizioni dell'Ateneo, Roma, 1959. Un volume di 16 x 23 cm, X+295 pagine, 26 figure. Prezzo L. 3 400).

Questo volume potrebbe essere semplicemente designato come un « esempio da seguire ». È infatti un'ampia e completa monografia su un argomento specifico, con larghe premesse sui concetti di base, le quali rendono più facile e autonoma la lettura. Opere di questo genere richiedono profonda e vissuta conoscenza dell'argomento, faticosa rielaborazione critica dei contributi fondamentali e accessori sparsi nelle riviste, per cui vedono la luce soltanto raramente, mentre sono di enorme utilità sia per affrontare dal principio lo studio dell'argomento trattato, sia per avere sotto mano raccolto e ordinato prezioso materiale di consultazione.

L'argomento è la teoria della conducibilità elettrica delle soluzioni diluite di elettroliti uni-univalenti con reticolo cristallino ionico. Le premesse sono un breve cenno storico, cenni di calcolo vettoriale e di elettrostatica, cenni di idrodinamica, cenni di meccanica statistica, cenni di termodinamica, tutte svolte tenendo in vista lo scopo a cui sono destinate. Col capitolo sesto si comincia a parlare dell'atmosfera ionica, proseguendo poi con i coefficienti di attività, le funzioni di distribuzione, l'equazioni di continuità e quella di moto, le condizioni al contorno, il campo di rilassamento, quello di velocità, per terminare con l'esame dei termini di grado elevato del campo elettrico. Da queste basi si trae l'equazione di conducibilità per elettroliti uni-univalenti non associati per poi trattare dell'associazione ionica e della formazione di coppie di ioni, da cui si passa all'equazione di conducibilità per elettroliti uni-univalenti parzialmente associati a coppie di ioni e alle associazioni di ordine elevato.

È uno dei più ardui problemi della fisica-matematica contemporanea, che gli autori hanno affrontato ed esposto con rigore e chiarezza, non trascurando i necessari confronti tra i risultati della teoria e i dati d'esperienza e citando ampiamente alla fine di ogni capitolo le fonti bibliografiche. Il lettore potrà alla fine sentirsi alquanto smarrito e chiedersi se sia veramente la natura tanto complessa o i nostri mezzi inadeguati allo studio dei suoi problemi; ma il quadro è certamente suggestivo e grande la mole di pensiero concentrata per la soluzione dei problemi inerenti alla sua descrizione.

Alle lodi per la intelligente fatica degli Autori e per la nitida ed elegante presentazione editoriale va aggiunta una domanda: perchè scusarsi in anticipo per gli errori di stampa sfuggiti? Non valeva meglio aggiungere un'altra piccola fatica e curare anche meglio la lingua? Ma sono piccoli nei.

*

B. FALCONE: *Correnti alternate - Elementi di elettronica*. (Casa editrice Giuseppe Principato, Milano-Messina, 1958. Un volume di 15×23 cm, di VIII+352 pagine, con 260 figure. In broccatura. Prezzo L. 2 800).

Il volume appartiene ad una collana di elettrotecnica diretta da A. Querques, nella quale l'Autore ha già presentato due volumi sulle macchine elettriche.

L'associazione dei due argomenti che figurano nel titolo può apparire, a prima vista, arbitraria o, quanto meno, insolita. Se ne può dare, però, una giustificazione ragionevole tenendo conto del fatto che la trattazione sulle correnti alternate costituisce, in certo modo, la seconda parte di un corso di elettrotecnica per periti industriali elettrotecnici a complemento del quale è naturale vengano esposte quelle nozioni fondamentali di elettronica che già alla data di compilazione del volume apparivano indispensabili anche per quei periti industriali elettrotecnici che non avessero scelto l'indirizzo elettronico. Nello stesso quadro va visto il capitolo dedicato allo studio dei transistori di apertura e di chiusura dei circuiti elettrici, introdotto accanto a quello sui fondamenti dell'elettronica, come spiega l'Autore, in seguito alle vive sollecitazioni di numerosi ex allievi. Questi due capitoli, nel loro complesso, non occupano, d'altra parte, che un quarto della trattazione. La menzione esplicita nel titolo del volume ha, dunque, più che altro, il compito di segnalare l'interesse dedicato a questi problemi.

Il volume si divide in due parti, di estensione pressoché uguale, dedicate, rispettivamente, alla teoria ed agli esercizi. Questi ultimi sono tutti risolti e raggruppati in capitoli corrispondenti a quelli della prima parte.

Nella trattazione teorica vera e propria, dopo la descrizione analitica delle grandezze sinusoidali, si illustra il comportamento di circuiti semplici alimentati da segnali sinusoidali mostrando, poi, come ci si possa servire, allo scopo, dei numeri complessi. Interessante, ed efficace, nel capitolo terzo, la trattazione sinottica, su doppia colonna, dei circuiti in serie e di quelli in parallelo.

Si espongono, poi, i concetti relativi alle potenze in alternata e si analizza, rapidamente, il caso dei segnali periodici non sinusoidali, dedicando particolare attenzione piuttosto al modo di definire i relativi valori efficaci che al vero e proprio procedimento di identificazione delle diverse armoniche. Infine si tratta dei circuiti in alternata comprendenti induttanze con nucleo di materiale ferromagnetico e dei circuiti trifasi.

*

E. M. WILLIAMS - F. J. YOUNG: *Electrical Engineering Problems*. (McGraw-Hill Book Company, New York, 1960. Un volume di 15×23 cm, di XIV+294 pagine, con numerose illustrazioni. Rilegato in lino. Senza indicazione di prezzo).

Questo volume è opera di due docenti del Carnegie Institute of Technology e raccoglie gli enunciati di numerosissimi problemi relativi ai settori più disparati dell'elettrotecnica.

Esso si distingue dai volumi usuali di *esercizi risolti* per parecchi motivi. Anzitutto è un'opera indirizzata essenzialmente agli istruttori anziché agli allievi; non viene data, infatti, la soluzione dei problemi, ma solo la loro impostazione, nella forma che gli Autori considerano più conveniente ed efficace; in molti casi, inoltre, sono omesse le indicazioni dei dati numerici proprio perché possano essere fissati, volta per volta, in maniera aggiornata, con riferimento, ad esempio, a tabelle fornite da case costruttrici.

Un'altra caratteristica importante del volume è il largo interesse che in esso si dedica alle tecniche sperimentali come ausilio o anche come mezzo fondamentale per la risoluzione dei problemi proposti: l'istruttore è, cioè, consigliato a porre quesiti per la cui soluzione si tratti di eseguire delle misure o, comunque, di esaminare sperimentalmente il comportamento di certi componenti.

Tutti i problemi, anche quelli sostanzialmente di carattere teorico, sono posti — e questo è uno degli aspetti più interessanti del volume — in termini concreti: si fa, cioè, il caso di una azienda (anzi, spesso, di un certo laboratorio o di un certo settore della azienda) che si trovi in una de-

terminata circostanza in rapporto ai suoi problemi di produzione o, anche, di vendita ed è dall'esame di questa situazione che emerge il problema di cui si propone la soluzione. Un orientamento didattico di questo tipo sembra assai efficace al fine di interessare gli allievi alla materia che stanno studiando.

Un'altra caratteristica assai pregevole del volume è quella di raccogliere quesiti relativi ad una quantità veramente molto notevole di applicazioni (da quelle della elettrotecnica tradizionale a quelle che comportano l'impiego di dispositivi elettronici, di relè, di macchine rotanti e, ancora, a vere e proprie questioni di impianti).

Non molto organico appare, invece, il raggruppamento in capitoli, privi di titolo ed estesi a problemi non sempre molto omogenei, nonché la mancanza di un indice sistematico. L'indice per argomenti, abbastanza dettagliato, può, costituire, però, una guida soddisfacente per la ricerca dei problemi che interessano.

*

F. A. BENSON - D. HARRISON: *Electric-Circuit Theory*. (Edward Arnold Publishers Ltd, Londra, 1959. Un volume di 14×22 cm, di VIII+371 pagine, con numerose illustrazioni. Rilegato. Prezzo 30 s.).

Il volume è un libro di testo preparato sulla base di una esperienza più che decennale dagli Autori, che sono docenti presso l'Università di Sheffield.

Il corso che essi tengono corrisponde, nelle grandi linee, ad una parte di quello di elettrotecnica generale impartito, in Italia, agli allievi ingegneri elettrotecnici. Si tratta, infatti, di un insegnamento al livello *undergraduate*, che tratta estesamente di tutte le questioni elementari della teoria dei circuiti elettrici. La teoria del campo elettromagnetico, in Gran Bretagna, è, infatti, oggetto di un corso distinto e così pure avviene per le macchine elettriche, dei cui principi di funzionamento il volume considerato fornisce tuttavia qualche cenno, limitandosi, però, ai loro aspetti circuitali senza entrare in nessun modo in questioni costruttive.

La trattazione, in rapporto al livello degli studenti ai quali il corso si rivolge, è, come si è detto, elementare; in particolare non si fa mai ricorso, e neppure si accenna alla esistenza dei metodi basati sull'impiego delle trasformate di Fourier e di Laplace. La trattazione è, però, piuttosto ampia e si estende ad argomenti che, molto spesso, vengono trascurati.

Dopo un primo capitolo introduttivo, nel quale vengono richiamate tutte le nozioni di base relative ai componenti fondamentali dei circuiti che si studieranno, i tre capitoli successivi trattano dei circuiti a corrente continua, di quelli a corrente alternata monofasi e di quelli polifasi. Nel quadro dello studio delle reti in corrente continua vengono esposti alcuni teoremi (come quelli di Thevenin, di reciprocità, ecc.) che appaiono, in questa sede, particolarmente semplici, ma che avrebbero potuto forse essere esposti più convenientemente con riferimento a situazioni più generali. Lo stesso si può dire per alcune formule di trasformazione (triangolo stella e viceversa, ecc.) esposte in quella stessa sede. Nel capitolo dedicato ai sistemi polifasi è dato largo spazio anche al problema delle misure.

Nei due capitoli che trattano delle reti in alternata si fa largo uso della rappresentazione delle grandezze sinusoidali per mezzo di vettori; il metodo di Steinmetz è però esposto accuratamente in due successivi capitoli, dedicati alle proprietà delle grandezze complesse ed al loro impiego nello studio dei segnali alternativi.

Il capitolo settimo espone altri importanti teoremi (quali quelli di Millman, di Norton, di compensazione, ecc.) e illustra alcune questioni di interesse più particolare (fra le altre il concetto di dualità ed il confronto fra lo studio su base nodi e quello su base maglie).

I capitoli successivi trattano, sinteticamente, di questioni più specifiche essendo dedicati, nell'ordine, allo studio dei circuiti mutuamente accoppiati, ai diagrammi circolari ed alla loro inversione, all'analisi delle forme d'onda periodiche non sinusoidali, a quella dei sistemi polifasi sbilanciati, a quella dei transistori, ai circuiti comprendenti tubi elettronici, a quelli di interesse nel campo delle telecomunicazioni (linee e filtri) e, infine, alle macchine rotanti a corrente alternata.

Ciascun capitolo è corredato da un gruppo di esercizi, completi del relativo risultato.

✱

A. ALBERIGI QUARANTA - B. RISPOLI: *Elettronica*. (Zanichelli, Bologna, 1960. Un volume in 8°, di XVI+568 pagine, 471 figure, legato in tela. Prezzo L. 6 000).

Gli Autori si sono proposti di sviluppare in questo trattato quel settore dell'elettronica, « in cui intervengono principalmente fenomeni elettrici transitori ». Per essere più precisi, il volume contiene, nel suo nucleo centrale, lo studio del comportamento degli apparati elettronici più usati nelle ricerche di fisica nucleare; e il volume vuole essere destinato in primo luogo ai fisici, che di questi apparati devono servirsi.

Pertanto gli Autori hanno cominciato con un'ampia trattazione della teoria delle reti elettriche lineari e delle trasformate di Laplace, alla quale seguono la teoria dei sistemi a due coppie di morsetti, le applicazioni della trasformazione di Fourier e la teoria delle linee. Il terzo capitolo contiene brevi richiami sui componenti passivi e attivi (tubi elettronici), fotomoltiplicatori, tubi di conteggio, transistori, dei quali si ammette una conoscenza strutturale e funzionale. Come si è detto, il centro dell'opera è costituito dai capitoli successivi dedicati allo studio degli amplificatori lineari, semplici e con reazione negativa, dei circuiti che gli Autori chiamano non lineari (generatori di impulsi, multiplificatori, discriminatori di ampiezza, e così via), e alla descrizione degli apparati completi.

La lettura del volume lascia in generale alquanto perplessi. Si ha l'impressione che gli Autori abbiano voluto ignorare consuetudini, anche di linguaggio, stabilizzate da lungo tempo e non si riesce ad afferrarne i motivi. Ne viene una certa confusione, che certamente non facilita la comprensione dei paragrafi introduttivi. Molto meglio si naviga attraverso le parti puramente matematiche, nonostante qualche svista.

In complesso si sarebbe tentati di definire il lavoro come una raccolta commentata di applicazioni della trasformata di Laplace a circuiti elettronici, poichè non sembra che dalla lettura di esso si possano trarre elementi sufficienti al progetto quantitativo degli apparati. Anche la descrizione di questi ultimi si diffonde molto sul funzionamento qualitativo, mentre si ignora che i circuiti studiati si usano in numerose altre tecniche, in relazione alle quali sono stati studiati a fondo anche quantitativamente.

Presentato in bellissima veste editoriale, il volume contiene una ben nutrita rassegna di schemi di circuiti elettronici e di apparati completi e una ricca esemplificazione dell'uso della trasformata di Laplace per lo studio della risposta a impulsi di breve o di lunga durata.

✱

G. SIEMENS: *Carl Friedrich von Siemens - Eingrosser Unternehmer*. (Monaco. Karl Albert Freiburg V. Un volume di 14 x 22 cm, di 331 pagine. Senza indicazione di prezzo).

Il grosso volume contiene, nelle sue più che 300 pagine di fitta composizione, la storia dello sviluppo di una delle più poderose industrie elettromeccaniche europee, che prende il nome dalla Casa von Siemens.

Effettivamente per quanto il volume riguardi intenzionalmente soltanto l'opera di C. F. von Siemens, esso viene opportunamente inquadrato nel complesso della vita della Siemens dagli inizi del 1951 come « Telegraphenbauanstalt Siemens & Halske » fino ai tempi moderni.

C. F. von Siemens fu veramente un grande « imprenditore » come dice il sottotitolo dell'opera e portò all'apogeo la importanza della Casa. Egli ebbe la ventura di vivere in un'epoca piena di drammatici avvenimenti che misero a dura prova le sue attitudini, la sua energia e la sua costanza ed è veramente mirabile come egli abbia saputo reggere e superare ogni difficoltà fino alla sua morte avvenuta nel 1941. La lettura del libro presenta l'interesse di un romanzo storico realmente vissuto e ogni tecnico ne trarrà compiacimento e monito.

✱ ✱

ANIDEL: *Le dighe di ritenuta degli impianti idroelettrici italiani*. Vol. I. (1961. Un volume di 21 x 30 cm, di 899 pagine, con molte figure. Edizione fuori commercio).

Il primo volume, che esce adesso dopo i precedenti 6

già pubblicati, completa questa opera veramente poderosa della quale la « Commissione per lo studio dei problemi inerenti alle dighe » creata dall'Anidel ha intrapreso la pubblicazione nel 1950.

Come è noto i primi 6 volumi, presso a poco della stessa mole di quello che qui presentiamo, contengono la descrizione delle dighe degli impianti italiani.

Il presente volume, la cui pubblicazione fu ritardata per aggiornarlo ai recenti progressi della tecnica, ha un carattere diverso dai precedenti non contenendo descrizioni di dighe particolari ma argomenti di carattere generale.

Il primo capitolo costituisce una esposizione dei caratteri geoidrologici dell'Italia in relazione alla creazione di serbatoi. Segue un lungo capitolo che illustra la evoluzione dei tipi di dighe e dei particolari costruttivi. Un terzo capitolo tratta dei materiali, dei metodi costruttivi, della organizzazione dei cantieri. Nel capitolo quarto sono invece prese in considerazione le opere di presa e di scarico.

Il capitolo quinto illustra i contributi italiani alla evoluzione dello studio statico delle dighe, sia per quanto riguarda lo studio teorico e analitico sia per le prove su modelli.

Le misure per il controllo delle dighe in Italia formano oggetto del sesto e ultimo capitolo.

In Appendice sono riportati gli elenchi, per tipo costruttivo, per bacino idrografico e per ordine cronologico, delle dighe italiane.

Il volume riesce così una illustrazione generale della tecnica costruttiva delle dighe ed una efficace e assai opportuna affermazione dell'alto grado di sviluppo della tecnica italiana in questo campo.

La documentazione raccolta in questo volume, come in tutti quelli precedenti, è eccezionalmente ricca ed esauriente.

Le circa 600 figure sono sempre ottimamente scelte e perfettamente riprodotte, con una opportuna scelta delle scale, diciture comodamente leggibili, quote principali precisate. Numerose tabelle e frequenti grafici riportano dati, caratteristiche, rilievi statistici. Indici analitici molto accurati permettono una facile ricerca degli argomenti.

Ogni capitolo è corredato da una ricca raccolta di riferimenti bibliografici.

La veste tipografica è ottima sotto ogni rapporto e ben degna dell'importanza dell'opera: ne va data lode alla « Rizzoli Grafica ».

I tecnici italiani devono essere grati alla Anidel, e in particolare ai componenti della Commissione Dighe e al suo Presidente ing. C. Marcello, per la pubblicazione di questa opera monumentale la quale, oltre al grande interesse intrinseco che presenta, costituisce in campo internazionale una documentazione che fa veramente onore al nostro Paese.

✱

L. BUZZI: *Equilibratura*. (Mandello Lario - CEEMB. Un volume di 20,5 x 29 cm, di 166 pagine, con 137 figure. Senza indicazione di anno e di prezzo).

L'A., che è un costruttore di macchine per l'equilibratura dei corpi ruotanti, ha raccolto in questo volume la sua esperienza quindicinale di costruttore, ed ha voluto mettere a disposizione di coloro che debbono occuparsi di problemi di equilibratura gli elementi fondamentali e le nozioni necessarie per procedere nel loro studio.

Il volume riesce così qualche cosa di intermedio fra un manuale tecnico e un volume di vulgarizzazione e di informazione. La forma della esposizione è quasi essenzialmente descrittiva e la trattazione matematica dei problemi di equilibratura esula dall'economia del volume per quanto l'A. riporti molte volte le formule conclusive per le pratiche applicazioni.

Una parte del volume espone le definizioni e i concetti fondamentali; successivamente sono considerati una serie di casi particolari di equilibratura ed è anche trattato il problema delle vibrazioni delle fondazioni delle macchine.

In ultimo sono descritti i tipi di macchine equilibratrici moderne: elettrodinamiche, piezoelettriche, stroboscopiche.

Il volume può essere utile a chi si voglia iniziare allo studio di questo ramo della tecnica.

Per il cambio di indirizzo inviare L. 150
unitamente alla fascetta vecchia

La stazione di Fällenden del Service de l'Electricité de la Ville de Zurich (EWZ). (Bull. Oerlikon N. 344).

La rete della EWZ si è molto estesa negli anni recenti in relazione allo sviluppo della città. La costruzione di nuovi impianti di produzione idroelettrica nel Canton Grigioni e la partecipazione della EWZ ad altre Società produttrici crearono la necessità di trasportare una potenza totale di 360 MW.

Ciò poneva la scelta fra la costruzione di nuove linee a 150 kV come le preesistenti, oppure di adottare una

campata di interruttore di linea a 150 kV; una campata di trasformatore a 150 kV; una campata di trasformatore a 220 kV; una campata di interruttore di linea a 150 kV; una unità di trasformatore.

Lo schema fondamentale, indicato in fig. 2, realizza le

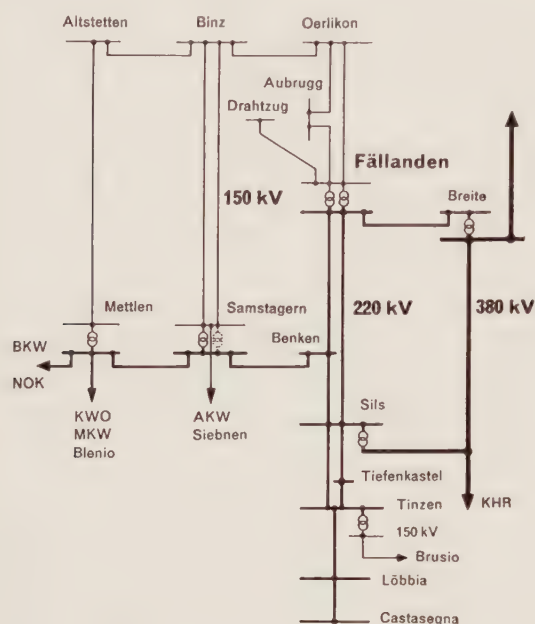


Fig. 1. — Configurazione della rete a 150 e a 220 kV della EWZ quale sarà nel 1964.

tensione più elevata, di 220 kV. Per varie ragioni si adottò questa seconda soluzione trasformando a 220 kV le linee.

Si rese così necessario costruire una stazione di trasformazione 220/150 kV nelle immediate vicinanze di Zurigo, non volendo portare entro la zona fittamente abitata il 220 kV.

La località di Fällenden scelta allo scopo si presenta favorevole non soltanto per la alimentazione della città ma anche per costituire un centro per la compensazione della energia reattiva e a tale scopo vi furono installati anche 2 compensatori sincroni aventi una potenza, induttiva e capacitiva, di 25 MVar.

I compensatori sono destinati principalmente a scaricare in parte dal carico reattivo le linee a 220 kV durante i periodi lavorativi e ad effettuare la compensazione di queste linee e delle linee in cavo a 150 kV, a fine settimana quando il carico attivo è debole; inoltre possono anche essere utili per mantenere la tensione in caso di perturbazioni in rete.

SCHEMA GENERALE.

Data l'importanza della stazione di Fällenden è indispensabile che essa possa garantire la continuità dell'esercizio anche nel caso di messa fuori servizio di una parte dell'apparecchiatura o per guasto.

A tale scopo sono stati installati, come riserva: una

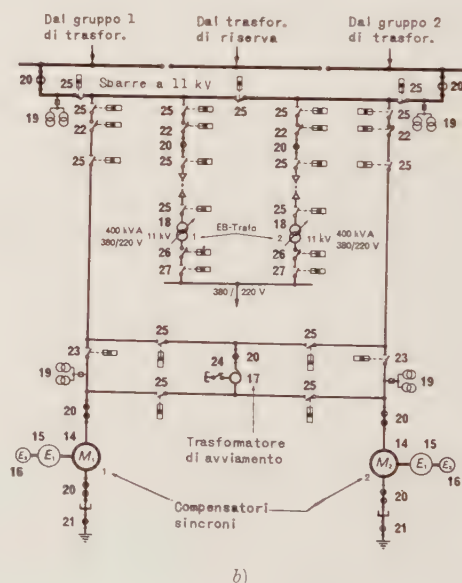
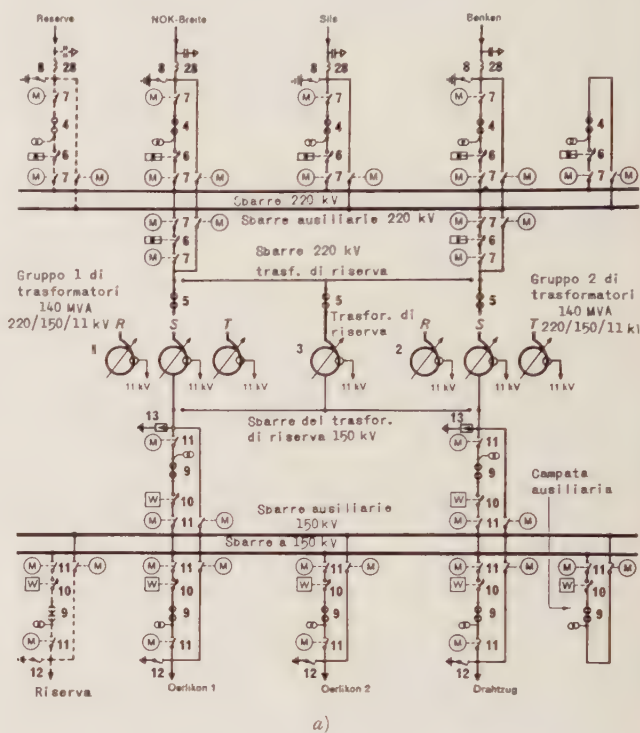


Fig. 2. — Schema fondamentale della stazione di Fällenden.

1, 2, gruppi di trasformatori; 3, trasformatore di riserva; 4, gruppo di misura a 220 kV; 5, trasformatore di corrente a 220 kV; 6, interruttore a 220 kV; 7, sezionatore a 220 kV; 8, coltello di terra a 220 kV; 9, gruppo di misura a 150 kV; 10, interruttore a 150 kV; 11, sezionatore a 150 kV; 12, coltello di terra a 150 kV; 13, scaricatore a 220 kV; 14, compensatore sincrono; 15, 16, eccitrici principale e ausiliaria; 17, trasformatore di avviamento; 18, trasformatore servizi ausiliari; 19, 20, trasformatori di tensione e di corrente a 11 kV; 21, trasformatore di corrente di punto neutro; 22, interruttore a 11 kV; 23, sezionatore sotto carico; 24, interruttore di punto neutro; 25, sezionatore a 11 kV; 26, interruttore a 380 V; 27, sezionatore a 380 V; 28, reattore di blocco per alta frequenza.

condizioni volute mediante una terna di sbarre ausiliarie a 150 kV e un'altra a 220 kV, e di una campata ausiliaria a 150 kV e un'altra a 220 kV, oltrechè un trasformatore monofase di riserva.

Si dispone così di una riserva sufficiente ma era necessario assicurarne l'intervento rapido e perfetto mediante dispositivi di comando opportunamente studiati. Si trattava di realizzare un comando che permettesse di commutare, senza errori e nel minimo tempo possibile, i circuiti di comando, di protezione e di segnalazione, necessariamente numerosi, di ciascuna unità di riserva (campata ausiliaria, trasformatore di riserva).

SOSTITUZIONE DELLA CAMPATA AUSILIARIA A 150 kV A UNA CAMPATA DI TRASFORMATORE A 150 kV.

Lo schema di fig. 3 si riferisce alla commutazione dei circuiti di protezione, di blocco e di misura.

Le campate dei trasformatori e la campata ausiliaria posseggono ciascuna un gruppo di misura cui sono connessi i rispettivi relè di protezione, cosicchè non occorre commutare nessun circuito di trasformatore di corrente.

Per evitare ogni interruzione durante la manovra di messa in servizio della campata ausiliaria e la messa fuori servizio della campata dei trasformatori, durante la commutazione, i due interruttori restano chiusi e se, in quel momento sopravvenisse un guasto, la protezione completa del gruppo dei trasformatori esigerebbe l'apertura simultanea dell'interruttore dei trasformatori e di quello della campata ausiliaria.

La campata ausiliaria può servire sia un gruppo di trasformatori sia una campata di linea; essa possiede non solo dispositivi di blocco per i graduatori dei trasformatori, ma anche una protezione di distanza e un dispositivo di reinserzione. La reinserzione della travata ausiliaria in questo caso viene bloccata perchè essa entra in funzione soltanto per le linee. La protezione di distanza interviene al posto dei 3 relè a massima corrente e il suo circuito di apertura agisce pure su gli interruttori della campata dei trasformatori e della campata ausiliaria, fino alla fine della commutazione. Inversamente il circuito di

liaria non possiede però apparecchi per il comando dei graduatori: tali apparecchi ci sono soltanto nella campata dei trasformatori da dove continuano a comandare i graduatori.

Invece la regolazione della tensione richiede l'indicazione della tensione delle varie fasi e perciò la commutazione dei voltmetri della campata dei trasformatori sul gruppo di misura della campata ausiliaria.

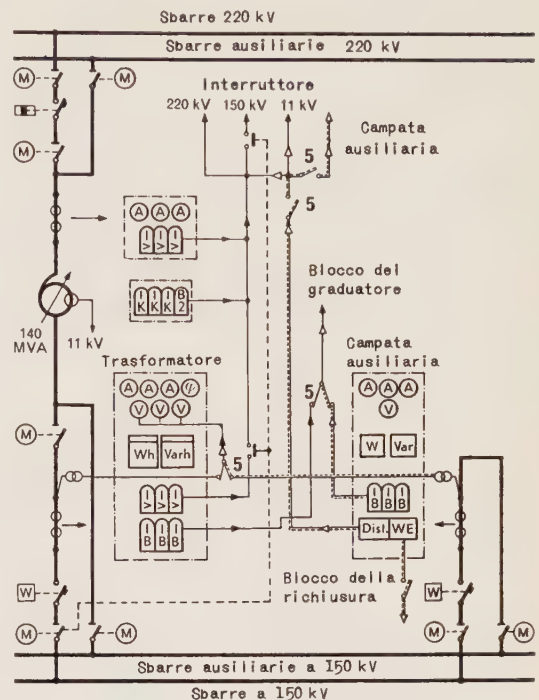


Fig. 3. — Schema per la sostituzione della campata ausiliaria a 150 kV a una campata di trasformatore a 150 kV.

I/> relè a massima corrente; I/K relè di protezione del cassone; B/2 relè protezione Buchholz; I/B relè di blocco; Dist.: protezione di distanza; WE richi. usura.

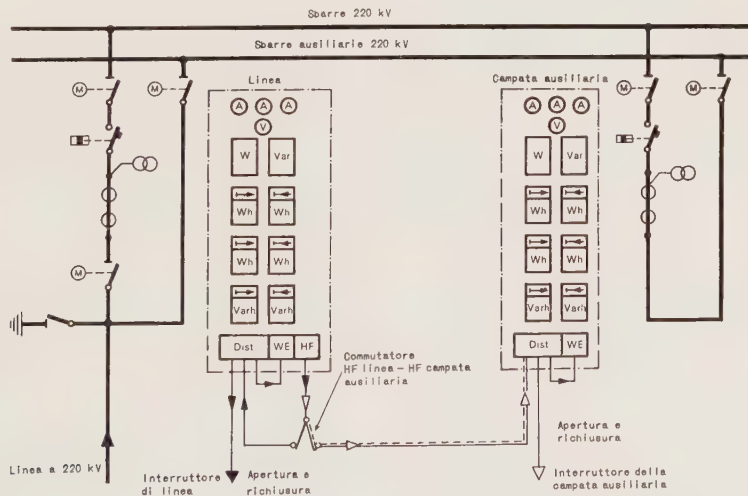


Fig. 4. — Schema per la sostituzione della campata ausiliaria a 220 kV a una campata di linea a 220 kV.

apertura dei relè a massima corrente resta in servizio fino all'apertura del sezionatore principale della terna di sbarre: questo collegamento protegge il gruppo dei trasformatori durante la commutazione.

Come si è detto, la campata ausiliaria possiede anche 3 relè di blocco per graduatori del gruppo di trasformatori e, quando essa entra in funzione, bisogna commutare i circuiti di blocco dei vari graduatori. La campata ausi-

SOSTITUZIONE DELLA CAMPATA AUSILIARIA A 220 kV A UNA CAMPATA DI LINEA A 220 kV.

Lo schema dell'operazione è indicato in fig. 4.

L'apparecchiatura delle campate ausiliarie è stata studiata in modo da conferire loro una grande autonomia d'intervento. Il confronto dei due schemi mette in evidenza l'identità della campata ausiliaria e della campata

di linea per quanto riguarda: apparecchi ad alta tensione, apparecchi di misura e contatori, relè di protezione.

Non risulta necessario commutare alcun circuito secondario di riduttori di corrente.

La campata di linea possiede però un collegamento a alta frequenza per la trasmissione e la ricezione degli ordini di manovra degli interruttori, quando la protezione di distanza agisce nella stazione di Fällenden o all'altra estremità della linea. È quindi necessario commutare questo circuito ad alta frequenza: si effettua questa unica commutazione mediante apposito commutatore.

MESSA IN SERVIZIO DEL TRASFORMATORE DI RISERVA.

La fig. 5 mostra la sostituzione del trasformatore di riserva a quello della fase *T* del gruppo di trasformatori 1.

La stazione comprende 2 gruppi di trasformatori da 140 MVA, formati ciascuno da 3 unità monofasi da 46 $\frac{2}{3}$

protezione dei graduatori, bloccano i graduatori delle unità di trasformatore. La sostituzione a uno di essi dell'unità di riserva implica che il circuito di blocco agisca sul graduatore del trasformatore di riserva. Il commutatore di protezione della fase corrispondente compie questa commutazione: la manovra di esso (fase *R*, *S*, o *T*) trasferisce al trasformatore di riserva la protezione completa dell'unità fuori servizio.

I pannelli dei trasformatori a 150 kV (gruppi 1 o 2) al quadro portano gli interruttori di comando dei graduatori. Un commutatore di posizione permette di scegliere fra i modi di comando seguenti: comando individuale della fase *R*, *S* o *T*; comando individuale del trasformatore di riserva; comando individuale del gruppo di trasformatori 1 o 2; comando in parallelo dei gruppi di trasformatori 1 e 2.

Allo scopo di continuare a comandare i graduatori dal pannello dei trasformatori corrispondente, anche con il

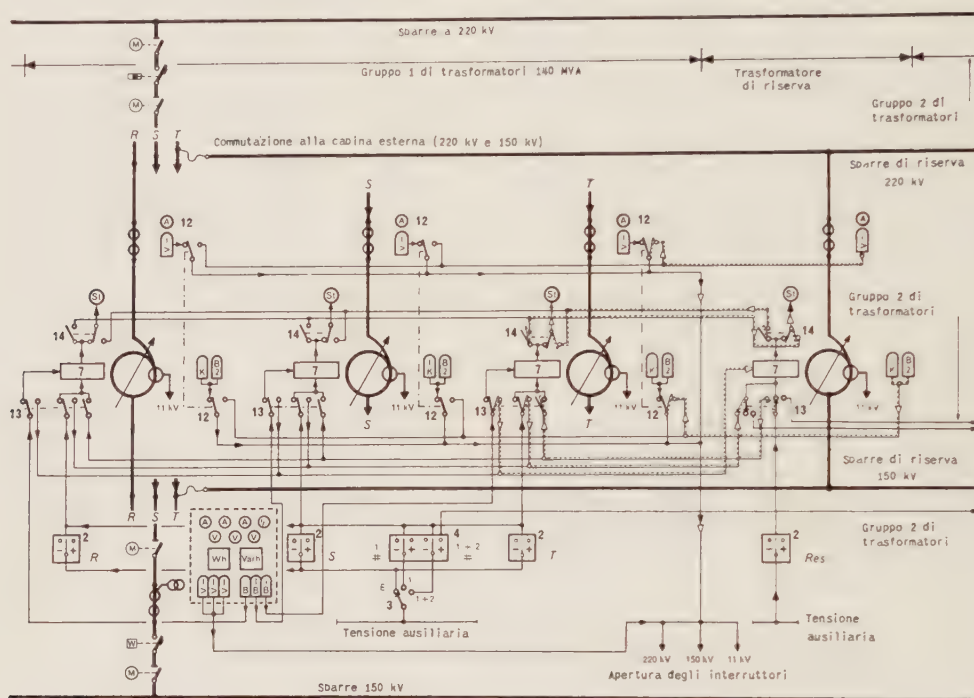


Fig. 5. — Schema per la messa in servizio del trasformatore di riserva.

2, interruttori di comando individuale delle fasi *R*, *S*, *T*. o della campata di riserva; 3, selettore di servizio: individuale - gruppo 1 di trasformatori; solo - gruppi di trasformatori in parallelo; 4, commutatore di comando: gruppo 1 di trasformatori, solo, o gruppi di trasformatori in parallelo; 7 graduatori; 12, commutatori di protezione: fase - riserva; 8, commutatori di comando dei graduatori: fase - riserva.

MVA, più una unità di riserva. La messa in servizio di quest'ultima richiede le seguenti commutazioni: sbarre della cabina esterna (220-150 e 11 kV); protezione fase/riserva; comando dei graduatori fase/riserva; indicatore di posizione dei graduatori fase/riserva.

È possibile inserire il trasformatore di riserva su qualunque fase del gruppo di trasformatori 1 o 2, senza dover spostare l'unità difettosa: ciò permette grande risparmio di tempo. A tale scopo servono una sbarra di riserva a 220 kV e una a 150 kV. La messa in servizio del trasformatore di riserva richiede soltanto l'inserzione dei conduttori a 220 - 150 - 11 kV sulla fase voluta.

Ogni trasformatore, e anche quello di riserva, possiede le seguenti protezioni: massima corrente, lato 220 kV; protezione del cassone; protezione Buchholz. Il funzionamento di queste protezioni fa aprire gli interruttori a 220 - 150 - 11 kV.

All'atto dell'inserzione dell'unità di riserva in un gruppo, il commutatore di protezione connette alla fase voluta il circuito di apertura dei relè di protezione di detta unità e distacca quelli dell'unità da sostituire.

In caso di incidente, 3 relè di blocco previsti per la

trasformatore di riserva, si è previsto un commutatore di comando per fase. All'atto dell'inserzione dell'unità di riserva si commuta il comando dei graduatori azionando semplicemente il commutatore di comando della fase voluta.

Per completare la messa in servizio del trasformatore di riserva bisogna ancora commutare l'indicatore di posizione dei graduatori in modo che sia sempre visibile sullo stesso pannello; a ciò serve un altro commutatore.

Per introdurre il trasformatore di riserva nel gruppo 1 o 2 basta azionare i 4 commutatori seguenti: selettore «gruppo 1 - riserva - gruppo 2»; commutatore di protezione; commutatore di comando dei graduatori; commutatore dell'indicatore di posizione.

I commutatori sono bloccati fra loro di modo che bisogna azionarli tutti altrimenti il gruppo di trasformatori non può essere messo in servizio.

REGOLAZIONE DEI COMPENSATORI SINCRONI.

I 2 compensatori sincroni installati a Fällenden sono collegati all'avvolgimento terziario dei trasformatori di

accoppiamento a 220/150 kV e rispondono alle seguenti caratteristiche:

- potenza nominale (sottoeccitati e sovrareccitati): 25 MVA;
- velocità nominale: 1 000 giri/min;
- tensione nominale: 11 kV;
- reattanza sincrona longitudinale: 0,80;
- reattanza sincrona trasversale: 0,53;
- reattanza transitoria: 0,27;
- reattanza subtransitoria longitudinale: 0,19.

Le reattanze si intendono in valori relativi (per unità).

Poichè è disponibile l'intera potenza sia in regime di sottoeccitazione sia di sovrareccitazione, l'ampiezza complessiva di regolazione di ogni macchina è di ± 25 MVA cioè 50 MVA.

I compensatori devono contribuire al miglioramento della stabilità della rete, specialmente in caso di incidenti: il compito è affidato al regolatore di tensione a azione rapida (5 di fig. 6).

In funzionamento normale conviene ricavare una certa potenza reattiva dalla linea a 220 kV. Il regolatore 17 re-

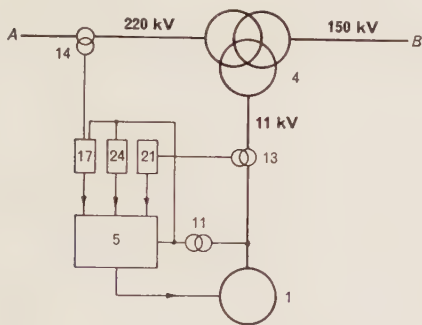


Fig. 6. — Disposizione di principio dei regolatori.

1, compensatore sincrono; 4, trasformatore; 5, regolatore di tensione ad azione rapida; 11, trasformatore di tensione; 13, 14, trasformatore di corrente; 17, regolatore di potenza reattiva; 21, regolatore limitatore di corrente; 24, regolatore di equilibratura; A arrivo; B rete.

gola questa potenza in modo da evitare il sovraccarico che, in certe condizioni di carico della linea a 220 kV, potrebbe verificarsi per i compensatori se la potenza reattiva ricavata dalla linea fosse costante. Il limitatore di corrente 21, da cui dipende il regolatore 17, controlla la corrente del compensatore nella fase 1 e evita il sovraccarico.

Soltanto il regolatore di tensione 5 agisce direttamente sull'eccitazione del compensatore sincrono. Il regolatore di potenza reattiva 17 e il limitatore di corrente 21 intervengono soltanto indirettamente e in modo relativamente lento, regolando il valore di consegna del regolatore di tensione a azione rapida 5, il quale perciò può intervenire rapidamente in qualunque istante in caso di perturbazione.

Il gradatore di ciascuno dei 2 gruppi di trasformatori permette di influire sulla potenza reattiva della rete a 150 kV, ricavata dalla linea a 220 kV. Essendo regolata la potenza reattiva, dal lato 220 kV, dal regolatore 17, il compensatore sincrono ne equilibra le fluttuazioni, nei limiti ammissibili di variazione della sua corrente, sorvegliato dal limitatore 21.

L'avviamento dei compensatori sincroni è completamente automatico e richiede che l'eccitazione sia mantenuta a un valore determinato. Il regolatore di tensione a azione rapida 5 comprende a tale scopo un circuito di regolazione dell'eccitazione al valore necessario per l'avviamento.

Alla fine dell'avviamento il regolatore di tensione a azione rapida assume la sua funzione normale. Per ottenere un passaggio graduale, senza contraccolpi fra l'eccitazione di avviamento e la regolazione di tensione, il re-

golatore 24 tara il valore di consegna del regolatore di tensione a azione rapida in funzione della tensione istantanea della rete.

REGOLAZIONE DELLA TENSIONE.

La fig. 7 riproduce lo schema di principio.

Il trasformatore di tensione 11 eroga la tensione del compensatore sincrono al ponte di misura 52 il quale fornisce una corrente continua proporzionale allo scarto fra

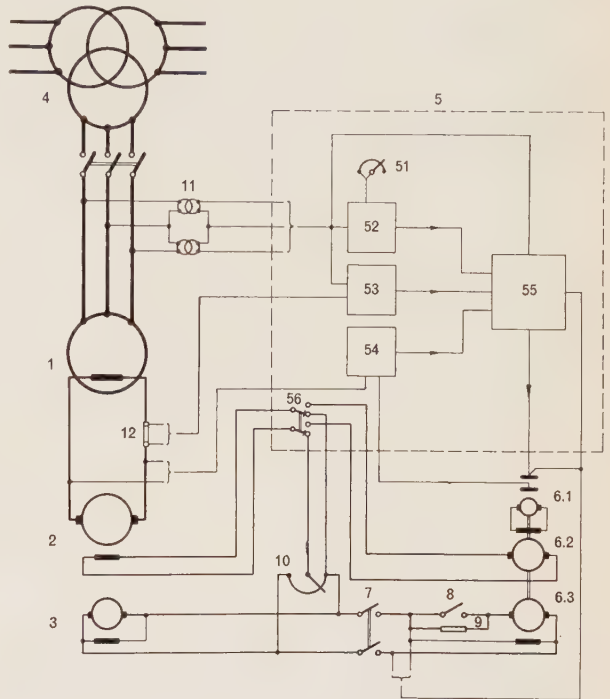


Fig. 7. — Schema della regolazione di tensione.

1, compensatore sincrono; 2, 3, eccitrici principale e ausiliaria; 4, trasformatore; 5, regolatore di tensione ad azione rapida; 6, gruppo di macchine amplificatrici; 7, contattore del motore 6.3; 8, contattore della resistenza di avviamento; 9, resistenza di avviamento; 10, reostato a comando individuale; 11, trasformatore di tensione; 12, shunt; 51, taratura di tensione; 52, ponte di misura; 53, dispositivo limitatore di eccitazione negativa; 54, dispositivo di asservimento; 55, trasduttore; 58, commutatore «mano-automatico».

valore prescritto e valore istantaneo. Esso comprende essenzialmente un trasformatore saturabile come elemento non lineare, e condensatori per compensare l'influenza della frequenza.

Il ponte di misura comprende anche un dispositivo che limita automaticamente il flusso della macchina sincrona. Al momento del rallentamento del gruppo, il flusso, e quindi la corrente di eccitazione del compensatore sincrono, viene limitato a un valore leggermente superiore a quello della marcia a vuoto: la tensione allora diminuisce proporzionalmente alla velocità di rotazione. In tal modo si evita di sovrasaturare il compensatore di fase e di sovraccaricare l'eccitatrice principale. Un accoppiamento di sostituzione a circa 47 Hz commuta la regolazione di tensione in regolazione del flusso senza intervento di contatti mobili.

Il reostato 51, azionato a motore, serve per la messa a punto del valore prescritto.

Il trasduttore 55 amplifica il segnale del ponte di misura 52; esso è alimentato dalla tensione del compensatore sincrono attraverso il riduttore di tensione 11. La corrente di uscita del trasduttore comanda il primo stadio 6.1 dell'amplificatore in cascata 6 a 2 stadi, nel senso negativo. L'eccitatrice ausiliaria 3 fornisce una polarizzazione positiva allo stesso avvolgimento di comando il quale è quindi percorso dalla differenza fra la corrente di polarizzazione e la corrente di uscita del trasduttore 55.

Il comando positivo massimo proviene unicamente dall'eccitatrice ausiliaria quando è nulla la corrente di uscita del trasduttore 55. In caso di comando negativo, il trasduttore fornisce la corrente necessaria per compensare la polarizzazione positiva e, inoltre, la corrente per la voluta eccitazione negativa.

L'amplificatore in cascata 6 comporta 2 macchine amplificatrici a uno stadio; il primo stadio 6.1 eccita il secondo 6.2 il quale fornisce la corrente di eccitazione della eccitatrice principale 2. Il gruppo di macchine amplificatrici è azionato dal motore a corrente continua 6.3 alimentato dalla eccitatrice ausiliaria.

Per la stabilizzazione del processo di regolazione il trasduttore riceve, inoltre, segnali di asservimento. La amplificatrice 6.1 possiede un secondo avvolgimento di campo; la tensione indotta in esso è proporzionale alla varia-

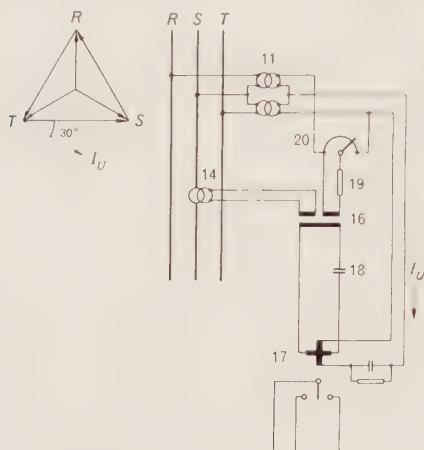


Fig. 8. — Schema della regolazione di potenza reattiva.

11, trasformatore di tensione; 14, trasformatore di corrente principale; 16, trasformatore di corrente intermedia; 17, regolatore di potenza reattiva; 18, condensatore; 19, resistenza; 20, potenziometro; I_u corrente nel circuito tensione di 17.

zione del flusso nel tempo e, perciò, alla variazione della tensione del primo stadio. Dopo filtrazione, nel dispositivo di asservimento 54, delle armoniche provocate dal trasduttore 55, questa tensione perviene al trasduttore. Nel dispositivo 54, la tensione della ruota polare è pure differenziata per mezzo di un trasformatore differenziatore. Il segnale così ottenuto comanda anche esso il trasduttore. L'avvolgimento primario del trasformatore differenziatore è connesso alla tensione della ruota polare da una resistenza addizionale.

Il trasformatore possiede un traferro cosicché non è saturato dalla corrente primaria. La tensione indotta nel suo secondario è proporzionale alla variazione, nel tempo, della corrente primaria e, quindi, della tensione della ruota polare. L'azione di questi segnali corregge, a mano a mano, la grandezza di regolazione in modo da ottenere una regolazione rapida e stabile.

La regolazione manuale, usata soltanto in via eccezionale (per esempio, per la messa in servizio), si compie con un reostato 10 comandabile a mano. Esso è alimentato dalla eccitatrice ausiliaria 3 la quale funziona realmente come tale soltanto durante la regolazione manuale. Il commutatore 56 permette di passare dalla regolazione manuale a quella automatica durante il servizio; opportuni dispositivi permettono una transizione senza contraccolpi, contatti supplementari del commutatore aprono i vari circuiti del regolatore, come anche il contattore 7 del motore, nella posizione di comando manuale. Simultaneamente gli ordini di comando che agiscono sul motore del reostato 51 nel caso di regolazione automatica, sono commutati al motore di comando del reostato a mano 10. La posizione del commutatore 56 è segnalata al quadro di comando. Il contattore 7 è chiuso quando

si passa alla regolazione automatica e, dopo qualche secondo, il contattore 8 mette in corto circuito la resistenza di avviamento 9. Normalmente i contattori 7 e 8 restano permanentemente chiusi, anche quando il compensatore è fermo. All'atto di un nuovo avviamento il gruppo di macchine amplificatrici si avvia esso pure automaticamente. Il motore fermo equivale quasi alla messa in corto circuito dell'eccitatrice ausiliaria; tuttavia l'innescio dell'eccitazione è assicurato da un avvolgimento compound della eccitatrice stessa.

All'atto dell'apertura dell'interruttore di diseccitazione rapida, un contatto ausiliario di tale interruttore apre il contattore del motore.

REGOLAZIONE DELLA POTENZA REATTIVA E LIMITAZIONE DELLA CORRENTE.

Come si è detto, in servizio normale, si ricava una certa potenza reattiva dalla linea a 220 kV per compensare parzialmente la potenza reattiva prodotta dalla sua capacità; un regolatore supplementare controlla la potenza reattiva sul lato 220 kV del trasformatore.

La fig. 8 indica lo schema del dispositivo di misura. Il regolatore 17 comporta un organo di misura Ferraris. Il circuito di tensione connesso alle fasi S e T è compensato in modo che, in tale circuito, la corrente I_u è in ritardo di 30° sulla tensione, ed è quindi in fase con la tensione della fase S. Il trasformatore di corrente principale 14 si trova nella fase S di modo che soltanto la componente reattiva della corrente produce un momento di rotazione. Il regolatore 17 non ha coppia antagonista. Il confronto fra valore prescritto e valore istantaneo si effettua nel trasformatore di corrente intermedio 16 di cui il secondo avvolgimento primario è alimentato dalla tensione RT attraverso un potenziometro 20 e una resistenza 19. La corrente secondaria che percorre il circuito di corrente del regolatore T corrisponde alle amperspire risultanti. Il regolatore è in equilibrio quando la componente reattiva della corrente risultante è nulla cioè quando la corrente reattiva raggiunge il valore determinato dalla tensione e dalla posizione del potenziometro 20. Quest'ultimo permette di fissare il valore prescritto fra zero e il valor massimo.

La resistenza 19 in serie con la resistenza equivalente del potenziometro 20 è in parallelo con l'avvolgimento di corrente del regolatore 17, tenuto conto del rapporto di trasformazione del trasformatore di corrente intermedio 16. La resistenza equivalente del potenziometro dipende però dalla sua posizione e per evitare che la resistenza variabile falsi l'angolo, la reattanza capacitiva del condensatore 18 compensa la reattanza induttiva dell'avvolgimento di corrente.

Un asservimento che agisce su un avvolgimento ausiliario (non rappresentato nello schema) del trasformatore di corrente intermedio 16 impedisce ogni fenomeno oscillatorio.

Per evitare pericolo di sovraccarico dei compensatori quando il carico attivo della linea a 220 kV è molto basso si è prevista, come si è detto, una limitazione automatica della corrente reattiva mediante un regolatore, di costruzione analogo a quello che regola la potenza reattiva.

Lo schema è rappresentato in fig. 9.

Il regolatore di potenza reattiva 17, il cui organo di misura è alimentato dal trasformatore di tensione 11 e dal trasformatore di corrente 14, regola l'ammissione della potenza reattiva comandando, per mezzo dei contattori 28, il taratore di tensione a motore 51 del regolatore di tensione a azione rapida, finché la corrente del compensatore sincrono resta entro i limiti ammissibili. Se la corrente supera il valore limite prestabilito, entra in azione il regolatore di corrente 21. Il suo organo di misura controlla la corrente del compensatore sincrono 1 attraverso il trasformatore di corrente intermedio 15. Questo regolatore di corrente ha due funzioni: da una parte im-

pedisce che il regolatore di potenza reattiva continui ad aumentare la corrente e, d'altra parte, limita la corrente se una variazione della tensione tende a farla aumentare ancora di più. Esso agisce anche sul taratore di tensione 51. Secondo che il compensatore sincrono è sovra o sottoeccitato, per diminuire la corrente è necessario una diminuzione o un aumento della eccitazione. Il relè 23 controlla il senso della potenza reattiva e commuta gli

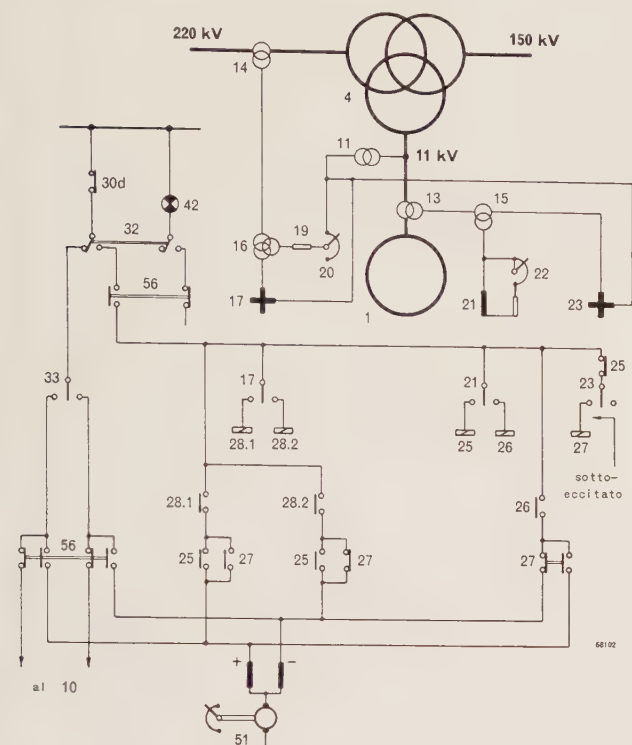


Fig. 9. — Schema del circuito della corrente dell'apparecchiatura di regolazione della potenza reattiva, con limitazione della corrente.

1, compensatore sincrono; 4, trasformatore; 10, reostato a comando manuale; 11, trasformatore di tensione; 14, trasformatore di corrente principale; 15, 16, trasformatore di corrente intermedia; 17, regolatore di potenza reattiva; 19, resistenza; 20, potenziometro; 21, limitatore-regolatore di corrente; 22, reostato; 23, relè direzionale di potenza reattiva; 25, 26, 27, 28, 30, contattore; 32, contattore simbolo; 33, commutatore a mano; 42, lampada spia; 51, taratore di tensione; 56, commutatore «mano - automatico».

impulsi del limitatore di corrente nel senso di rotazione appropriato del taratore di tensione.

Affinchè i regolatori della potenza reattiva e della corrente non si disturbino vicendevolmente, il valore di consegna della corrente comporta un piccolo campo di 5 % nei limiti del quale il regolatore di corrente non interviene ancora ma impedisce già al regolatore di potenza reattiva di aumentare la corrente. In servizio normale la coppia antagonista meccanica del regolatore di corrente 21 predomina; il contattore 25 rimane permanentemente chiuso e permette al contattore 28 di trasmettere gli ordini di comando del regolatore di potenza reattiva 17. Quando la corrente raggiunge il primo valore di intervento (per es. 95 % I_w), il contattore 25 si apre, il contatto del relè 23 è messo in tensione e, nel caso che il compensatore sincrono sia sottoeccitato, si chiude il contattore 27. In seguito a ciò, il regolatore di potenza reattiva non può più che elevare il valore prescritto della tensione e, conseguentemente, l'eccitazione, il che provoca una diminuzione della corrente. Se la corrente continua ad aumentare, in seguito ad una elevazione della tensione o di una manovra del graduatore del trasformatore, e raggiunge il secondo valore di intervento (per es. 100 % I_w), il regolatore di corrente aziona il contattore 26 che, a sua volta, fa ruotare il taratore di tensione 51 nel

senso di un aumento di tensione, per mezzo del contattore 27 chiuso. Nel caso che il compensatore sincrono funzioni in sovraeccitazione, il relè direzionale di potenza reattiva 23 non chiude il contattore 27. Quando la corrente raggiunge il primo limite, il regolatore di potenza reattiva non può più che ridurre il valore prescritto della tensione. Se la corrente continua ad aumentare, il contattore 26 aziona il taratore di valore prescritto nel senso di una diminuzione di tensione, con il contattore 27 aperto.

Il valore prescritto del regolatore-limitatore di corrente 21 è regolabile per mezzo del potenziometro 22. L'apertura del contattore 25 avviene a un valore di circa 5 % più basso.

Il commutatore 32 serve alla commutazione «mano-automatica» per la regolazione della potenza reattiva. La regolazione automatica è possibile soltanto quando il commutatore 56 del regolatore di tensione è in posizione «automatico».

Se tale commutatore è nella posizione «mano» quando il commutatore 32 è sulla posizione «automatico» si accende la lampada 42 del commutatore 32. Quando quest'ultimo è sulla posizione «mano», assume il comando il commutatore a mano 33. Secondo la posizione del commutatore 56 nel regolatore di tensione, gli ordini di comando sono trasmessi: al motore di comando del taratore di tensione o a quello del reostato di regolazione manuale.

AVVIAMENTO DEL COMPENSATORE SINCRONO CON REGOLAZIONE AUTOMATICA.

L'avviamento ha luogo in 4 fasi, come indicato in fig. 10.

Nella prima fase *a*) l'interruttore principale 35 e l'interruttore di punto neutro 37 del trasformatore di avviamento 34 sono chiusi. Il compensatore sincrono 1 riceve una tensione ridotta dal trasformatore 34 e si avvia come macchina asincrona grazie al suo avvolgimento smorzatore. Il circuito della ruota polare è chiuso, ma l'eccitatrice 2 non è eccitata perchè l'interruttore 38 è ancora aperto.

Durante la seconda fase *b*) l'interruttore 38 si chiude inserendo l'eccitazione. La macchina raggiunge la velocità di sincronismo prima della chiusura dell'interruttore. Quando la ruota polare è giunta in sincronismo nella posizione corretta, rimane in tale posizione all'atto dell'inserzione dell'eccitazione; se non è in posizione corretta, l'inserzione dell'eccitazione provoca scorrimento di un passo polare perchè l'eccitazione che, in sé, è positiva, si comporta come una eccitazione negativa rispetto alla posizione falsa della ruota polare e al flusso dello statore.

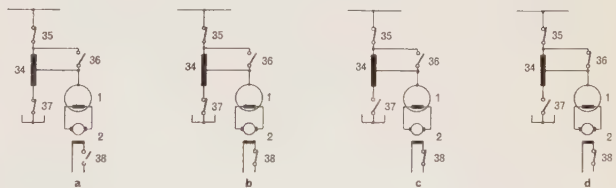


Fig. 10. — Schema d'avviamento del compensatore sincrono. 1, compensatore sincrono; 2, eccitatrice principale; 34, trasformatore d'avviamento; 35, interruttore principale; 36, sezionatore; 37, interruttore di punto neutro; 38, interruttore.

Durante la terza fase *c*) si apre l'interruttore di punto neutro 37. Il trasformatore di avviamento 34, provvisto di un traferro, funziona come una bobina di induttanza in serie col compensatore sincrono.

Durante l'ultima fase *d*) il sezionatore 36 si chiude a sua volta e il compensatore sincrono riceve direttamente la piena tensione.

Uno stesso trasformatore di avviamento serve per i

due compensatori sincroni. Lo schema di fig. 10 non rappresenta tutti i circuiti di scambio.

Affinchè la chiusura del sezionatore 36 durante l'ultima fase non provochi contraccolpi di corrente, l'eccitazione deve corrispondere al valore a vuoto. A tale scopo, nella manovra a mano, si dispone di una apposita posizione del reostato. Nella regolazione automatica un dispositivo supplementare adegua il valore di uscita della

lattore di tensione agisce in senso negativo sull'avvolgimento di comando del primo stadio 6.1.

Finchè il compensatore sincrono è fuori servizio, il contatto ausiliario 35 *a* dell'interruttore principale resta aperto in modo che tutti i circuiti di comando sono senza corrente. All'inizio dell'avviamento il contatto 35 *a* si chiude, ciò che eccita il contattore a caduta ritardata 31, attraverso il commutatore « mano-automatico » 56 e un contatto di riposo 36 *a* del sezionatore 36. Il contattore 31 a sua volta chiude il contattore 30; il contatto 30 *b* si apre e neutralizza il regolatore di tensione. Simultaneamente i contatti 30 *a* connettono la uscita del secondo stadio 6.2 delle macchine amplificatrici al circuito di comando del primo stadio 6.1 attraverso la resistenza 40. La tensione di uscita dell'amplificatore in cascata si sostituisce così alla tensione di uscita del raddrizzatore 41 e si oppone alla polarizzazione quando l'eccitazione è positiva. Di conseguenza la tensione di uscita dell'amplificatore in cascata si regola in modo che la polarizzazione positiva è praticamente soppressa. Questa tensione di equilibrio è determinata dalla corrente di polarizzazione e dalla resistenza 40 la quale è regolata in modo che la tensione di uscita dell'amplificatore in cascata corrisponda alla eccitazione a vuoto. Non è necessario nessun asservimento perchè questo circuito di regolazione chiuso non comprende che le due costanti di tempo delle macchine amplificatrici.

Durante la seconda fase dell'avviamento la tensione di uscita dell'amplificatore in cascata viene applicata all'avvolgimento induttore dell'eccitatrice principale dall'interruttore 38.

Alla fine dell'avviamento il sezionatore 36 si chiude; il suo contatto ausiliario 36 *b* si chiude pure e collega il contatto di comando del regolatore 24 (regolatore di equilibrio per il regolatore di tensione) alla tensione di comando col contatto 30 *c*. Il regolatore 24 è connesso alla tensione del compensatore sincrono 1 attraverso un potenziometro 51 *c* connesso al taratore di tensione. Esso aziona il motore di comando della resistenza di messa a punto della tensione 51 *a* per mezzo dei contattori 29.1 e 29.2 e porta il taratore di tensione 51 alla posizione che corrisponde, per la tensione istantanea della rete, alla marcia a vuoto del compensatore sincrono. I contatti 29.1 *b* e 29.2 *b* mantengono chiuso il contattore a caduta ritardata 31 finchè il regolatore 24 comanda i contattori 29.1 e 29.2. Quando questo regolatore non emette più ordini di comando per qualche secondo, il contattore a caduta ritardata 31 viene diseccitato e apre a sua volta il contattore 30. I contatti 30 *a* si aprono, mentre si chiude il contatto 30 *b*: il comando dell'amplificatore in cascata incombe allora al regolatore di tensione ad azione rapida. Il contatto 30 *c* interrompe l'alimentazione del contatto di comando del regolatore 24. Il contatto 30 *d* libera la regolazione di potenza reattiva precedentemente descritta, quando viene chiuso. L'apertura del contatto 30 *e* spegne la lampada di segnalazione 43 e ciò indica che l'avviamento è terminato. Quando il commutatore 56 è nella posizione « mano », la commutazione non funziona; soltanto l'estinzione della lampada 43 indica anche in tal caso la fine dell'avviamento.

N.

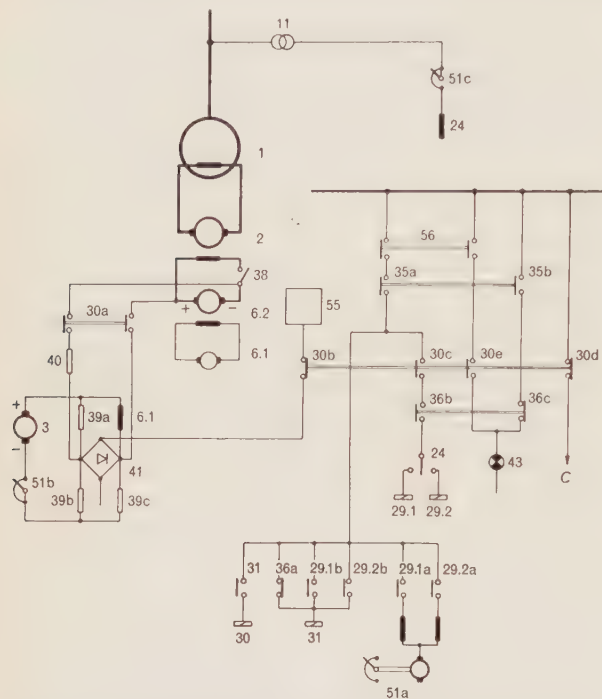


Fig. 11. — Schema del circuito della corrente dei circuiti di regolazione e di comando per l'avviamento del compensatore sincrono.

1, compensatore sincrono; 2, 3, eccitatrici principale e ausiliaria; 6, gruppo di macchine amplificatrici (amplificatore in cascata); 11, trasformatore di tensione; 24, regolatore di equilibrio; 29, 30, contattori; 31, contattore a caduta ritardata; 35, interruttore principale; 36, sezionatore; 38, interruttore; 39, 40, resistenze; 41, raddrizzatore; 43, lampada spia; 51, taratore di tensione; 55, trasduttore; 56, commutatore « mano - automatico »; (verso l'apparecchiatura di regolazione della potenza reattiva (fig. 9)).

macchina amplificatrice, all'avviamento, a quello dell'eccitazione a vuoto. La fine del processo di avviamento innesta il dispositivo di regolazione della tensione. Per evitare colpi di corrente, il taratore di tensione si porta automaticamente nella posizione che corrisponde alla tensione istantanea della rete.

Il funzionamento è indicato nello schema di fig. 11.

L'avvolgimento del primo stadio 6.1 delle macchine amplificatrici è polarizzato nel senso positivo per mezzo di una corrente proveniente dall'eccitatrice ausiliaria 3 attraverso le resistenze 51 *b*, 39 *a*, 39 *b*, 39 *c*. Il potenziometro 51 *b* è collegato al taratore di tensione 51 *a* e adatta la polarizzazione al valore di taratura della tensione. Il raddrizzatore di uscita 41 del trasduttore 55 del rego-

NOTIZIE SOCIALI

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA



PER LA LXIII RIUNIONE ANNUALE

Nella seduta di Consiglio Generale tenuta a Torino in occasione della recente Riunione annuale è stato definitivamente approvato, come tema per il prossimo anno, quello delle **misure**.

La LXIII Riunione avrà dunque un unico tema sia per le cosiddette correnti forti sia per le telecomunicazioni e per l'elettronica.

Le misure costituiscono un argomento della importanza del quale è certamente superfluo parlare poichè esso è notoriamente fondamentale tanto per la ricerca scientifica quanto per le applicazioni industriali. Non vi può essere nessun socio che non sia direttamente o indirettamente interessato all'argomento.

D'altra parte il tema delle misure non formava oggetto dei nostri congressi da molti anni: esso fu infatti trattato per l'ultima volta nella Riunione di Bologna nel 1950. Negli anni trascorsi grandi progressi sono stati compiuti e lo sviluppo assunto da rami relativamente nuovi della tecnica, come l'energia nucleare e l'elettronica, hanno dato occasione al sorgere e all'affermarsi di corrispondenti sviluppi nuovi anche per le misure.

L'aggiornamento sull'argomento si presenta quindi molto opportuno e il tema incontrerà certamente il più largo interesse fra i soci.

Il tema è anzi così vasto che un inquadramento si presenta necessario e ci ripromettiamo di riparlare. Comunque però il tema centrale è fissato e eventuali incertezze non possono manifestarsi che nelle questioni marginali di esso.

Gli Autori sono dunque avvisati e possono mettersi fin da ora al lavoro.

Come per lo scorso anno, il Consiglio Generale ha stabilito che i titoli delle Memorie debbano essere segnalati alla Redazione entro il **31 gennaio 1962**, accompagnandoli da un brevissimo riassunto schematico.

Per la presentazione delle Memorie il termine fissato è ancora quello del **30 aprile** e ricordiamo che, per le ragioni più volte esposte, non è possibile accettare dilazioni, tanto più che è facile prevedere un numero molto elevato di Memorie ciò che rende anche più difficile il lavoro di organizzazione e di stampa.

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE VENETA

Il giorno 15 maggio 1961 nell'aula di Elettrotecnica della Scuola d'Ingegneria dell'Università di Padova, il prof. ing. **Franco Cappuccini**, Professore incaricato di radiotecnica alla Università di Padova e consulente della Fondazione U. Bordoni di Roma, ha tenuto una conferenza sul tema: « **Esperienze di televisione a colori in Italia** ».

L'oratore ha illustrato l'attività nel campo della televisione a colori svolta dall'Istituto Superiore PT e dalla Fondazione U. Bordoni in collaborazione con la RAI. Egli ha suddiviso la sua esposizione in tre parti:

- a) sistema e norma televisiva;
- b) sistema NTSC;
- c) prove sui collegamenti televisivi a grande distanza.

a) *Sistema e norma televisiva.*

L'attività sistematica nel campo della televisione a colori si è iniziata in Italia nel 1958, con un ritardo di circa quattro anni rispetto ai principali Paesi europei. Per colmare in

parte questo ritardo occorreva iniziare subito studi ed esperienze su un sistema televisivo a colori che facesse sperare in un sufficiente affidamento per la futura istituzione di un servizio di radiodiffusione televisiva.

La scelta cadde sul sistema NTSC per le seguenti ragioni. Esso è un sistema compatibile già adottato fino dal 1954 per il servizio commerciale negli Stati Uniti ed inoltre è sopravvissuto in Europa ad altri sistemi proposti in alternativa nel 1956 e riconosciuti successivamente inferiori eccetto il sistema francese Henri de France (o SECAM) che ha caratteristiche praticamente equivalenti ma è ancora in evoluzione.

Dalle prove effettuate in Italia e negli altri paesi europei negli ultimi due anni si va traendo la conclusione che il sistema NTSC può consentire di effettuare un soddisfacente servizio di radiodiffusione televisiva a colori. Recentemente trasmissioni sperimentali con il sistema NTSC sono state iniziate in Giappone con una certa regolarità ed in Inghilterra la BBC ha dichiarato pubblicamente di essere pronta ad iniziare il servizio non appena il governo inglese lo richieda.

A proposito del sistema NTSC questo è ancora oggi scarsamente diffuso negli Stati Uniti per molte e complesse ragioni ma da un viaggio di studio colà effettuato nell'autunno dello scorso anno, è apparso che la scarsa diffusione non dipende da deficienze tecniche del sistema. Anche i ricevitori televisivi per il colore danno ora affidamento soddisfacente ed il loro costo al pubblico (400 \$) è circa il doppio di quello di un televisore in bianco e nero di caratteristiche equivalenti.

Il requisito della compatibilità rigida fra televisione a colori e quella in bianco e nero (cioè possibilità di ricevere in bianco e nero con i ricevitori attuali i programmi di televisione a colori e con i ricevitori a colori quelli in bianco e nero senza degradazioni apprezzabili) qualunque sia il sistema di televisione a colori che verrà in futuro scelto, ne vincola quasi completamente la norma a quella della televisione in bianco e nero attuale dovendosi trasmettere nel canale di 7 MHz le tre informazioni cromatiche necessarie. Ciò pone evidentemente molti problemi inerenti alla maggiore utilizzazione del canale televisivo che si intende conseguire (trasmissione di tre informazioni anzichè una).

Per tutti i sistemi di televisione a colori compatibili finora proposti, non si trasmettono separatamente le tre componenti *R.V.B.* (e cioè rosso, verde e blu) bensì delle loro combinazioni lineari una delle quali (*Y*) rappresenta la luminosità dell'immagine e le altre (ad esempio *R-Y* e *B-Y*) vengono scelte in modo che sia facile riottenere nel ricevitore i tre segnali originari necessari per il comando del (o dei) cinescopio.

Una proprietà importante dei segnali di tipo *R-Y* e *B-Y* è che, per il modo con il quale sono stati scelti i coefficienti della combinazione lineare che dà *Y*, essi sono nulli per tutte le aree dell'immagine prive di colore (neutre). Inoltre poichè l'occhio ha il massimo potere risolutivo per le variazioni di luminosità è sufficiente trasmettere *Y* con la piena larghezza di banda della televisione in bianco e nero e ridurre quella destinata ai segnali *R-Y* e *B-Y*.

L'introduzione di codesti segnali nel canale della televisione in bianco e nero provoca inevitabilmente dei disturbi che sono minimi quando la loro trasmissione è effettuata simultaneamente (sistema NTSC) o sequenzialmente (sistema SECAM) mediante una sottoportante ausiliaria discosta più di 4 MHz dalla portante video e con un impegno di banda non superiore, complessivamente, a poco più di 1,5 MHz.

b) *Sistema NTSC.*

Nel sistema NTSC la trasmissione dei segnali *R-Y* e *B-Y* avviene per modulazione simultanea di ampiezza a portante

soppressa di due portanti fra loro in quadratura. Il segnale risultante ha così ampiezza proporzionale agli scostamenti dal bianco (saturazione) e fase dipendente dalla lunghezza d'onda dominante del colore (tinta). In ricezione i due segnali possono essere di nuovo separati mediante demodulazione sincrona purchè sia trasmesso un segnale addizionale (sincronismo di colore) che consenta la rigenerazione della sottoportante soppressa durante la trasmissione. Così facendo si attribuisce però all'occhio una eguale acuità visiva per tutti i colori, minore di quella per la luminosità ma indipendente dalla direzione in cui si percorre il diagramma cromatico, il che non è. Infatti l'occhio ha acuità visiva maggiore per la direzione arancio-ciano che per quella verde-magenta. Per tener conto di ciò i coefficienti delle combinazioni lineari $R-Y$ e $B-Y$ vengono cambiati e si ottengono due nuovi segnali (I e Q) i quali sul diagramma cromatico sono rappresentabili secondo le direzioni di massima e minima acuità visiva. Per utilizzare in modo migliore la banda di radiofrequenza disponibile per codesti segnali, lo I modula la sottoportante con una banda laterale parzialmente soppressa. In tal modo gli elementi di immagine di grandi dimensioni (frequenze video basse) vengono riprodotti correttamente, quelli di dimensioni medie secondo i colori della retta arancio-ciano e quelli di piccole dimensioni (frequenze video alte) in bianco e nero.

La frequenza della sottoportante che è stata scelta in Europa a seguito di numerose esperienze, è di circa 4,43 MHz.

c) Prove sui collegamenti televisivi a grande distanza.

Una campagna di misure intrapresa a scopo esplorativo sui collegamenti televisivi a grande distanza ha confermato l'importanza che per la televisione a colori assumono la linearità delle curve ampiezza-frequenza e tempo di ritardo di gruppo-frequenza nonché le distorsioni variabili con il livello del segnale di luminosità (guadagno a fase differenziale) alle quali il sistema NTSC è particolarmente sensibile. Ciò dipende dal fatto che i segnali cromatici sono disposti nella parte superiore della banda video; ne consegue che in tutti gli apparati costituenti la catena televisiva il comportamento alle alte frequenze acquista un'importanza assai maggiore che per la televisione monocroma.

Dalle esperienze condotte, alcune delle quali anche su circuiti Eurovisione lunghi fino a 1200 km, sembra si possa concludere che mentre i collegamenti televisivi a grande distanza di non recente costruzione non sono in generale direttamente utilizzabili per la trasmissione di segnali a colori NTSC, quelli di più recente attuazione sono invece adeguati.

La conferenza è stata illustrata con proiezioni di diapositive a colori ed in bianco e nero riguardanti il sistema NTSC

e le esperienze di trasmissione effettuate sui circuiti televisivi.

La brillante esposizione, che ha destato un grandissimo interesse nei numerosi soci presenti, è stata alla fine lungamente applaudita e l'oratore ha risposto a varie domande proposte dai presenti.

✱

SOTTOSEZIONE DI VERONA

In una sala del Museo di Castelvecchio, gentilmente concessa, il dr. ing. **Giorgio Riello** del Laboratorio Ricerche della S.A.D.E. ha presentato, lunedì 29 maggio 1961, una sua comunicazione sull'argomento: « **Reti a media e bassa tensione - Osservazioni sugli impianti di terra** ».

La relazione dell'ing. Riello rappresentava il naturale completamento della conferenza tenuta nello scorso marzo dall'ing. Rova sui « Criteri di dimensionamento degli impianti di terra ».

L'ing. Riello ha trattato l'argomento con molta chiarezza ed illustrato con abbondanza di particolari i sistemi di dimensionamento e di costruzione degli impianti di terra per le reti di distribuzione a media e bassa tensione realizzati a cura del Laboratorio Ricerche della S.A.D.E.

In particolare il relatore ha illustrato i vari tipi di spandenti studiati in relazione alla ubicazione delle cabine di trasformazione in riguardo anche al problema sorto negli ultimi anni in seguito alla dislocazione delle cabine negli scantinati dei condomini.

Per quest'ultimo caso sono stati studiati sistemi a doppio spandente: uno costituito da una rete di conduttori a largo lato di magliatura sotto il pavimento della cabina e l'altro all'esterno del fabbricato a circa 20 m di distanza dalla cabina stessa.

Il relatore ha inoltre espresso l'orientamento attuale di tenere separato l'impianto di terra per le strutture metalliche da quello del neutro del trasformatore indicando altresì l'opportunità di mettere a terra il neutro in linea ogni 3 o 4 sostegni.

A completamento della sua comunicazione l'ing. Riello ha inoltre indicato alcuni metodi per la misura delle grandezze interessanti, sia in fase di progettazione che in fase di collaudo, gli impianti di terra.

Numerosi gli interventi dei Soci dato il particolare interesse offerto dall'argomento anche in relazione alle norme antinfortunistiche vigenti in materia.

Alla fine della conferenza l'ing. Riello è stato vivamente applaudito.

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO C. E. I.

Riunioni dei Sottocomitati e delle Commissioni di studio del CEI avvenute nel mese di Settembre 1961

presso la sede del CEI o in altra sede specificata

5 settembre, ore 15 - Sottocomitato 40 « Condensatori e resistori per apparecchiature elettroniche » - Riunione plenaria; presiede dr. ing. M. Mariani.

1) Chiarimenti a richiesta sulla relazione della riunione di Interlaken (22-30 giugno u.s.).

2) Esame bozza definitiva del progetto di Norme per condensatori ceramici.

14 settembre, ore 9,30 - Sottocomitato 17 « Grossa apparecchiatura » - Comm. 2 « Interruttori BT »; presiede prof. S. B. Toniolo.

— Discussione bozza per la revisione Norme 17-5 (ediz. 1957) « Apparecchi d'interruzione destinati alla protezione e alla manovra su impianti industriali a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e per corrente continua », bozza predisposta dal prof. Toniolo sulla scorta del nuovo documento IEC 17B (B.C.) 15.

19 settembre, ore 15 - Sottocomitato 52 « Circuiti stampati » - Riunione plenaria; presiede dr. ing. H. W. Stawski.

1) Introduzione e scopi del nuovo Sottocomitato 52.

2) Scelta del Segretario.

3) Discussione doc. IEC 52 (Sec) 1 « General requirements and measuring methods » e doc. IEC 52 (Sec) 2 « Survey of terms ».

4) Riunione IEC a Londra (16-17 novembre 1961).

20 settembre, ore 14,30 - Sottocomitato 34 « Lampade » - Riunione plenaria; presiede dr. ing. C. Vandoni.

— Primo esame bozza Norme lampade fluorescenti.

21 settembre, ore 9,30 (presso Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Corso M. d'Azeglio 42, Torino) - Sottocomitato 17 « Grossa apparecchiatura » - Comm. 2 « Interruttori B.T. »; presiede prof. S. B. Toniolo.

— Revisione Norme CEI 17-5 « Apparecchi d'interruzione destinati alla protezione e alla manovra su impianti industriali a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e per corrente continua ».

26 settembre, ore 15 - *Sottocomitato 50 « Prove climatiche e meccaniche per componenti e apparecchi elettronici »* - Riunione plenaria; presiede dr. ing. H. Mayr.

- 1) Comunicazioni del Presidente.
- 2) Designazione del Segretario.
- 3) Riunione di Londra:

IEC/TC 50 (13 e 22 novembre 1961).

IEC/SC 50A « Componenti » (16-17 novembre 1961).

IEC/SC 50B « Apparecchi » (20-21 novembre 1961).

26 settembre, ore 18 (presso Politecnico, Corso Duca degli Abruzzi 24, Torino) - *Sottocomitato 5 « Motori a vapore »* - Riunione plenaria; presiede prof. M. Medici.

1) Comunicazioni del Presidente sull'attività del Sottocomitato 5 CEI, nell'anno 1960-61, con riferimento all'attività normativa presso l'IEC/TC 5.

28 settembre, ore 10 - *Sottocomitato 41 « Relè »* - Riunione plenaria; presiede prof. A. Parrini.

— Relazione sulle riunioni:

1) CIGRE/Comm. 4 « Protection et relais », tenutasi ad Oslo (11-14 giugno u.s.).

2) IEC/TC 41 « Relais de protection », tenutasi a Interlaken (27-29 giugno u.s.).

✱

Riunione del Comitato 3 della IEC

(Segni grafici)

(Interlaken, 19-24 giugno 1961)

Alla riunione del C.E. n. 3 (Segni grafici) della IEC, tenutasi a Interlaken dal 19 al 24 giugno 1961, hanno preso parte 31 rappresentanti di 17 paesi: Africa del Sud, Austria, Belgio, Cecoslovacchia, Francia, Germania (Repubblica federale), Giappone, Italia, Jugoslavia, Olanda, Polonia, Regno Unito, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, USA; l'Italia era rappresentata dall'ing. A. Righi e dal prof. V. Mòdoni. Presidente: M. A. Lange (Francia); Segretario: M. H. Benninger (Svizzera). Ha assistito anche un osservatore della C.C.I.T.T.

Buona parte della riunione è stata dedicata all'esame dei risultati del voto espresso dai Comitati Nazionali, secondo la regola dei sei mesi, su alcuni elenchi di segni grafici.

Due elenchi « *Esempi di resistenze* » e « *Centrali, sottostazioni e cabine* », in relazione alle numerose e sostanziali modificazioni subite in seguito alle osservazioni presentate dai Comitati Nazionali, verranno, dopo rimaneggiamento, nuovamente sottoposti all'esame dei Comitati stessi, secondo la regola dei due mesi. Degne di rilievo sono le modifiche apportate all'elenco di segni grafici per « *Centrali, sottostazioni e cabine* »: l'elenco di segni grafici risultato dalla discussione, in seguito alle osservazioni fatte dai Comitati Nazionali, si presenta molto migliorato e, soprattutto, molto più logicamente ordinato e corretto.

Quattro elenchi di segni grafici, « *Variabilità* », « *Comandi meccanici* », « *Avviatori* », « *Relè elettromeccanici* », approvati senza sostanziali modifiche dai Comitati Nazionali, saranno pubblicati quanto prima. Va posto in rilievo che solo il Comitato Elettrotecnico Italiano aveva votato contro l'approvazione dell'elenco di segni grafici per « *Variabilità* », perchè per un segno grafico veniva impiegata un'indicazione letterale che non era nè il simbolo di una grandezza fisica nè quello di un'unità di misura. Le eccezioni sollevate dal Comitato Elettrotecnico Italiano sono state accolte, e il segno in parola (« *Variabilità automatica* », in cui l'automaticità era indicata mediante la sillaba AUT) è stato abolito. Anche le modifiche apportate agli altri elenchi sono state, nel complesso, allineate alle osservazioni presentate dall'Italia.

I risultati del voto su di un ultimo elenco di simboli « *Semiconduttori* », sono stati tali, che si è ritenuto opportuno costituire un Gruppo di Lavoro, formato da rappresentanti del C.E. n. 3 e del C.E. n. 47, e convocarlo immediatamente. Il lavoro del Gruppo è stato rapido e proficuo: sono state, infatti, stabilite le basi su cui si potrà compilare un nuovo elenco di segni, più razionale del precedente, che verrà sottoposto ai Comitati Nazionali secondo la regola dei sei mesi.

La restante parte della riunione è stata dedicata a tre im-

portanti punti dell'ordine del giorno: segni grafici per schemi architetturelli, segni grafici per tubi per iperfrequenze, segni grafici per l'automatismo.

L'elenco di segni grafici per *schemi architetturelli* è stato esaminato e discusso punto per punto, tenendo conto dei suggerimenti di diversi Comitati Nazionali, compreso quello italiano: l'elenco opportunamente modificato in base al risultato della discussione verrà sottoposto ai Comitati Nazionali, secondo la regola dei sei mesi.

I segni grafici per *tubi per iperfrequenze* non sono stati discussi, ma si è costituito un Comitato di Esperti, che studierà un progetto di segni grafici per elementi di circuito e tubi ad iperfrequenze e per guide d'onda. Tale Comitato comprenderà rappresentanti, oltre che del C.E. n. 3, anche dei C.E. nn. 12A, 12C, 39, 46, 47 e 49, nonché della CCITT e della CCIR; sarà presieduto dal prof. Epprecht. I Comitati Nazionali designeranno gli Esperti.

Anche i segni grafici per *l'automatismo* non sono stati esaminati: il progetto, peraltro, è stato illustrato dal suo autore, prof. Gerecke. Dopo ampia discussione, è stato deciso che tali segni vengano posti urgentemente allo studio, e che vengano presi in considerazione sia i simboli riguardanti i segnali agenti negli automatismi, sia i simboli relativi alla realizzazione tecnologica delle apparecchiature, limitatamente a quelle elettriche. Per un proficuo lavoro, si è ritenuto opportuno stabilire collegamenti con l'ISO, l'IFAC e l'IFIPS; e il lavoro stesso sarà svolto da un Comitato di Esperti, i cui membri saranno designati da quei Comitati Nazionali che avevano inviato una risposta scritta ai quesiti a suo tempo posti dall'Ufficio Centrale della IEC; fra questi, il Comitato Elettrotecnico Italiano.

In relazione allo stato di avanzamento dei lavori, non è stato possibile fissare la data della prossima riunione. Peraltro, su parere espresso dalle delegazioni dei diversi Paesi, è stato stabilito l'ordine di priorità secondo cui dovranno essere trattati i diversi argomenti, e precisamente: simboli per macchine utensili; relè di protezione e di misura; polarità degli avvolgimenti; simboli per installazioni elettriche a bordo delle navi; regole per il tracciamento degli schemi; simboli per relè statici; modalità di funzionamento dei contatti, degli apparecchi, ecc.; trasduttori magnetici; condensatori; secondo elenco di segni grafici per schemi architetturelli.

A. Righi

✱

Riunione del SC. 12A (Misure sui radiorecettori) del Comitato 12 (Radiocomunicazioni) della IEC.

(Parigi, 31 agosto-7 settembre 1961)

Dal 31 agosto al 6 settembre 1961, sotto la Presidenza del dr. Pedersen (Danimarca) si è riunito il Sottocomitato 12A (Misure sui radiorecettori) del Comitato Tecnico 12 (Radiocomunicazioni) della IEC (International Electrotechnical Commission).

Erano presenti i Delegati dei seguenti Paesi: Cecoslovacchia, Francia, Germania Occidentale, Gran Bretagna, Italia, Olanda, Polonia Svezia, Stati Uniti ed Unione Sovietica.

Rappresentavano il Comitato Elettrotecnico Italiano i proff. C. Egidi ed E. Paolini.

Dopo l'approvazione del verbale della precedente riunione di New Delhi, sono stati comunicati i voti favorevoli dei Comitati Nazionali alle pubblicazioni sia di un supplemento alle norme delle radiazioni dei ricevitori riguardante la radiazione da 300 a 1 000 MHz ed alla frequenza intermedia, sia delle norme di prova delle antenne. Dopo di ciò è stata iniziata la discussione della seconda bozza della nuova edizione delle norme di prova dei ricevitori (AM) di trasmissioni radiofoniche modulate in ampiezza (norme IEC n. 69).

Questa nuova edizione è stata divisa in tre parti, la prima riguardante le condizioni generali di prova dei radiorecettori, la seconda riguardante le prove di bassa frequenza e la terza riguardante le prove di radiofrequenza. La prima parte e la maggiore aliquota della seconda parte dovranno essere comuni anche per le prove di ricevitori di radiotrasmissioni modulate in frequenza e della parte audio dei ricevitori televisivi. La rimanente aliquota della seconda parte e la terza parte dovranno avere validità generalmente solo per i ricevitori AM.

La revisione delle norme già esistenti è stata effettuata allo scopo di tenere conto delle nuove tecniche che non

erano ancora molto sviluppate al momento della compilazione della prima edizione delle norme IEC, quali i transistori, le ferriti, gli automatismi, ecc.

Inoltre la nuova edizione delle norme dovrà avere applicazione anche per gli apparecchi professionali, per quanto questi ultimi richiedano in generale specificazioni supplementari.

Dopo discussione delle tre parti summenzionate, è stato deciso che il Segretariato compilerà una terza bozza di tutte e tre le parti da riesaminare collegialmente nella prossima riunione.

Successivamente è stato discusso un documento presentato dal Comitato Elettrotecnico Italiano riguardante i confronti sperimentali tra misure di radiazioni di ricevitori a modulazione di frequenza effettuate secondo il metodo IRE (a 30 m di distanza), ed il metodo IEC (a 3 m di distanza). Tali confronti, eseguiti presso l'I.E.N.G.F. di Torino, sono stati estesi a una settantina di ricevitori di vari tipi e quindi offrono dati statistici sufficienti per stabilire una attendibile correlazione tra i due sistemi di prova.

L'originale documento italiano è stato molto apprezzato, soprattutto per l'ampiezza del materiale sperimentale presentato, largamente discusso da tutti i delegati presenti e verrà utilizzato nel modo più ampio dalla IEC e in particolare dal CISPR in sede di fissazione dei limiti delle radiazioni consentite dei radiorecipienti.

E. Paolini

✱

Riunione del SC 12C (Trasmettitori) del Comitato 12 (Radiocomunicazioni) della IEC.

(Interlaken, 19-22 giugno 1961)

Nei giorni 19-22 giugno 1961 sotto la presidenza del dr. O. Dienecken (Francia) ha avuto luogo ad Interlaken la riunione del Sottocomitato 12-C (Radiotrasmettitori) del Comitato Tecnico 12 (Radiocomunicazioni) della IEC.

Erano presenti i rappresentanti del Belgio, Cecoslovacchia, Francia, Germania, Gran Bretagna, Olanda, Norvegia, Svizzera, Svezia e Stati Uniti. Il Comitato Elettrotecnico Italiano era rappresentato dagli ingegneri H. Mayr ed E. Paolini.

La riunione è stata preceduta da due precedenti riunioni di gruppi di lavoro, tenute a Kootwijk ed a Parigi.

Anzitutto è stata confermata la relazione della riunione del Sottocomitato 12-C di Ulm del 1959.

È stato esaminato il documento 12-6 (Segretariato) 12 costituente la prima parte delle raccomandazioni per i requisiti di sicurezza dei radiotrasmettitori e sono state discusse le osservazioni presentate dai vari Comitati Nazionali su tale documento.

È stato poi esaminato il documento 12-6 (Segretariato) 13 costituente la seconda parte delle raccomandazioni suddette, circa i metodi di prova dei dispositivi di sicurezza dei radiotrasmettitori e sono stati discussi i commenti dei vari Paesi.

Inoltre è stata esaminata l'appendice 12-C (Segretariato) 12-B relativa ai precedenti documenti che riguarda le regole da seguire in caso di incidenti per ridurre al minimo i possibili danni.

È stato deciso di pubblicare i tre documenti di sicurezza con la regola dei sei mesi.

È stato poi iniziato l'esame della seconda bozza delle norme di prova dei radiotrasmettitori 12-C (Segretariato) 14 per il quale il Comitato Elettrotecnico Italiano ha fornito un poderoso documento di lavoro, in inglese, che è stato molto apprezzato e largamente utilizzato dal segretariato del Comitato Tecnico per la compilazione della bozza suddetta.

Per mancanza di tempo l'esame non ha potuto essere completato e verrà portato a termine nella prossima riunione del Sottocomitato.

E. Paolini

✱

Riunione del Comitato 29 della IEC (Elettroacustica)

(Helsinki, 11-16 giugno)

La delegazione italiana era composta da: Ing. C. Bordone-Sacerdote - Ing. E. Marchese - Prof. G. Sacerdote - Ing. V. Savelli - Ing. N. Zabiello.

I membri italiani hanno seguito in particolare i lavori dei gruppi *ad hoc* per la registrazione magnetica e su disco,

per le caratteristiche da specificare nei sistemi di diffusione sonora, per gli altoparlanti, per gli audiometri, per i misuratori di livello sonoro.

Il Gruppo di lavoro per la registrazione sonora ha discusso la revisione delle pubblicazioni 94 e 98, relative alla registrazione su nastro magnetico e su disco, senza tuttavia accordarsi definitivamente su questi argomenti, dei quali si continua lo studio.

Il Gruppo di lavoro per le caratteristiche da specificare per i sistemi di diffusione sonora è pervenuta in seguito alle discussioni di Helsinki alla redazione di quattro documenti (riguardanti rispettivamente i microfoni, gli amplificatori, le frequenze, gli elementi passivi) che verranno sottoposti all'inchiesta pubblica con la regola dei sei mesi. Lo stesso Gruppo di lavoro si occuperà in futuro della preparazione di tre nuovi documenti, riguardanti rispettivamente la distorsione, il bilanciamento, le misure sugli amplificatori.

Il Gruppo di lavoro per gli altoparlanti ha discusso un documento del Segretariato ed i molti risultati sperimentali raccolti da alcuni membri; ha provveduto quindi alla redazione di un nuovo documento, che si è deciso di sottoporre all'inchiesta pubblica con la regola dei sei mesi.

Per il futuro si è deciso di continuare parte degli studi intrapresi per queste norme e di considerarne eventualmente i risultati in una riunione ristretta prima della scadenza della regola dei sei mesi. Nel frattempo si prenderanno in considerazione nuovi argomenti: le misure di distorsione, il rendimento, le norme per gli altoparlanti elettrostatici.

La questione delle norme per le protesi uditive viene nuovamente presa in considerazione: si prevede qualche studio per la normalizzazione della guarnizione di gomma per gli auricolari.

Lo stesso Gruppo di lavoro che si occupa di questo argomento ha discusso ad Helsinki sugli audiometri diagnostici e audiometri « screening », giungendo alla redazione di due documenti da sottoporre all'inchiesta pubblica.

Anche il gruppo di lavoro per i misuratori di livello sonoro di precisione è giunto alla redazione definitiva di un documento su questi apparecchi: questo sarà sottoposto all'inchiesta pubblica con la regola dei sei mesi, corredato di due diverse tabelle per le tolleranze, data la netta opposizione manifestata da U.S.A. e Germania per le tolleranze su cui si è accordato il gruppo *ad hoc* di Helsinki. Saranno di conseguenza richiesti tre distinti voti: sul documento senza tabella, sulla tabella proposta dal gruppo *ad hoc*, sulla tabella proposta dagli U.S.A.

I lavori futuri di questo Gruppo di lavoro verteranno sui filtri di banda da accoppiare ai misuratori di livello sonoro e sui misuratori di livello sonoro per rumori impulsivi.

Il Gruppo di lavoro « Urti e vibrazioni » cambia la sua denominazione in « Trasduttori di urti e vibrazioni », e preparerà un documento su un generatore elettrodinamico di vibrazioni.

Il Gruppo di lavoro per orecchio, bocca e voce artificiali continuerà i suoi lavori, accordandosi con il C.C.I.T. specie per quanto riguarda voce e bocca artificiali.

Si è inoltre presa in considerazione la proposta giapponese di normalizzare una sorgente sonora: un gruppo nazionale giapponese è incaricato di preparare un documento su questo argomento, basandosi anche sulle informazioni che potrà ricevere da altri Comitati nazionali. Questo documento sarà presentato in occasione della prossima riunione del Sottocomitato, che avrà luogo in Germania.

G. Sacerdote

✱

Riunione del Comitato 33 della IEC (Condensatori)

(Interlaken 28, 29 e 30 giugno 1961)

Il Comitato Tecnico 33 Condensatori si è riunito a Interlaken nei giorni 28-29-30 giugno sotto la presidenza dell'ing. R. Nordell fungendo da segretari: R. F. Goossens e H. Jansen.

La partecipazione alla riunione è stata particolarmente numerosa anche come delegazioni nazionali intervenute: Belgio, Canada, Danimarca, Cecoslovacchia, Francia, Germania, Italia, Giappone, Norvegia, Olanda, Inghilterra, Svezia, Svizzera, U.S.A.

La Delegazione Italiana era composta dai seguenti delegati e osservatori: Brasca, Carapezza, Paleari, Segre, Viganò, Zanobetti.

L'ordine del giorno della riunione era:

- 1) Approvazione e conferma dei verbali dell'ultima riunione di Rapallo (4-7 aprile 1960).
- 2) Esame e discussione del documento 33(Secrétariat)³⁴ riguardante il progetto di Norme per condensatori di potenza.
- 3) Esame e discussione del documento 33(Secrétariat)³⁴ riguardante il progetto di Norme per i condensatori di potenza ad autorigenerazione « carta metallizzata ».
- 4) Data della prossima riunione.
- 5) Programma dei lavori futuri.
- 6) Varie.

Dopo approvazione all'unanimità del verbale della riunione è stato discusso, il documento 33(Secrétariat)³⁴ sulla base dei commenti e delle proposte trasmesse precedentemente dai sottocomitati nazionali.

Nonostante si trattasse di un documento riflettente un progetto già discusso, nelle sue linee sostanziali, nella precedente riunione internazionale di Rapallo, le discussioni al riguardo sono state molto vivaci come spesso succede quando hanno per oggetto questioni marginali di per se stesso molto opinabili.

La discussione si è protratta per oltre due giorni e tra le decisioni prese per la stesura del progetto definitivo di nuove norme che dovranno passare al più presto all'inchiesta pubblica con la regola dei 6 mesi, vanno ricordate la definizione dei 4 campi di temperature di funzionamento e l'introduzione di nuove prove di scarica e delle prove di ionizzazione per la quale però si sono definite le modalità ed il valore del tempo di applicazione della tensione lasciando la definizione del valore di quest'ultima agli accordi preventivi tra costruttore e acquirente.

Si è passati quindi alla discussione del documento relativo al progetto di norme per condensatori ad auto-rigenerazione (in carta metallizzata).

La discussione relativa è stata vivace seppure rapida dato il poco tempo a disposizione, non solo, ma anche per il fatto che molte delegazioni, come quella Italiana, avevano sull'argomento un interesse soltanto di carattere generale, non essendo nei propri paesi nè diffuso l'uso di tali tipi di condensatori, nè la relativa costruzione.

In merito al programma dei lavori futuri è stato deciso di affidare ad un gruppo di lavoro presieduto dal prof. Zanobetti l'incarico della stesura del progetto di norme per condensatori di accoppiamento precedentemente affidato al Sottocomitato italiano.

In proposito è stato accennato alle norme per i partitori capacitivi di tensione, ed è stato distribuito un progetto al riguardo presentato dal TC 38 nonché un documento « Bureau Central » 33-28-38-9 concernente la collaborazione con il « Comité d'Etudes » n. 14 (Teletrasmissione della CIGRE) in relazione alla normalizzazione dei condensatori di accoppiamento ed i partitori di tensione capacitivi.

Si è inoltre confermata la costituzione di un gruppo di lavoro incaricato della stesura del progetto per le norme sui piccoli condensatori per motori ed induzione e M. Trumper è stato eletto presidente di tale gruppo a cui l'Italia non ha richiesto di partecipare per indisponibilità di esperti.

Stante le difficoltà di preparare e distribuire tempestivamente il materiale necessario da discutere in occasione della prossima riunione del CEI stabilita a Bucarest nell'estate 1962, non è stata presa alcuna definitiva decisione per la partecipazione ad essa del TC 33.

E. Carapezza

✱

Riunione del Comitato di studio N. 12 (trasformatori di potenza) della CIGRE.

(Stresa, 30 agosto-4 settembre 1961)

Nei giorni dal 30 agosto al 4 settembre si è riunito a Stresa sotto la direzione del Presidente del Comitato di Studio N. 12 della CIGRE, Mr. Norris, il Gruppo di Studio « Trasformatori di potenza » costituito da una settantina di esperti di quindici Paesi. Come è noto, in armonia con l'organizzazione e le finalità della CIGRE, si tratta dell'apporto individuale di esperti, su scala mondiale, ad una libera discussione sugli argomenti preferenziali che formeranno oggetto, nel campo dei trasformatori, del dibattito che avrà luogo a Parigi nel 1962. Lo scopo della discussione è di fornire uno specchio degli orientamenti e delle tendenze dei tecnici specializzati ai Relatori che presenteranno le memorie

ufficiali, base delle discussioni, per la Sessione di Parigi. Gli argomenti preferenziali per la Sessione CIGRE 1962 sono i seguenti:

a) *Fenomeni di corto circuito.* — Si è constatato che l'enorme progresso compiuto nei procedimenti per il calcolo analitico, grazie anche all'impiego delle calcolatrici elettroniche, e nei mezzi per la misura delle forze e degli spostamenti, e la buona concordanza tra i valori del calcolo e quelli della misura. La conoscenza invece delle proprietà meccaniche dei materiali, dei fenomeni di ritiro, degli accorgimenti per l'ammarraggio e della eventuale precompressione degli avvolgimenti richiede invece ulteriori studi e sviluppi.

b) *Ionizzazione.* — Si è riscontrato che le conoscenze attuali sono assolutamente insufficienti per introdurre prove di ionizzazione sui trasformatori finiti e che tali prove dovrebbero essere scoraggiate. Si è infatti nell'assoluta incertezza sul livello ammissibile, sulla pericolosità del fenomeno, sui metodi di misura e di localizzazione. Si ritiene invece importante lo studio di laboratorio su strutture e su modelli, in quanto si ritiene che ciò consentirà una riduzione delle distanze isolanti, una migliore distribuzione dei materiali e, in definitiva, un ulteriore progresso nella tecnica costruttiva. A tale fine ci si propone di normalizzare i metodi di ricerca, onde ottenere risultati paragonabili.

c) *Invecchiamento e degradazione termica.* — La discussione ha consentito di fare il punto nella situazione attuale in questo campo che è di particolare interesse dopo le modifiche introdotte dalla IEC nei limiti di riscaldamento per i trasformatori.

La riunione, perfettamente riuscita anche sotto l'aspetto organizzativo, sia tecnicamente che socialmente, è curata con la nota abilità e competenza dall'ing. Redaelli, fu onorata dalla presenza di Mr. Le Guascoz della CIGRE, in rappresentanza di Mr. Tribot Laspière, del Presidente Generale e del Segretario del nostro CEI.

Ebbe luogo, tra l'altro, una escursione, molto apprezzata, alle isole ed ai giardini del Lago Maggiore, ed una visita tecnica, che pure destò vivo interesse, ai laboratori del CESI di Milano.

E. Balp

✱

Riunione del Comitato di studio N. 14 della CIGRE (Teletrasmissioni ad alta frequenza)

(Vienna 30-31 maggio 1961)

Il Comitato di Studio n. 14 della CIGRE si è riunito in seduta plenaria nei giorni 30 e 31 maggio 1961, a Vienna. A essa hanno preso parte delegati di 15 Paesi, oltre a due rappresentanti del Comitato di Studio n. 4 (Protezioni e relè) della CIGRE. Per l'Italia erano presenti il dr. Minuto e l'ing. Sailer.

Si riportano in breve i punti essenziali delle discussioni e le relative conclusioni, seguendo la successione degli argomenti tracciata nell'ordine del giorno.

1. Approvazione del verbale della riunione di Parigi 1960.

Il verbale viene approvato.

2. Caratteristiche pratiche delle reti a onde convogliate.

2.1. Verbale della seduta speciale (Groupe d'Etude) 1960 a Zurigo.

Il verbale viene approvato con alcune correzioni.

2.2. Lavori del Sottocomitato « Caratteristiche pratiche delle reti » e

2.3. Memoria del dr. Alsleben da presentare alla sessione plenaria 1962 della CIGRE, a nome del Comitato di Studio n. 14.

Gli aspetti delle caratteristiche pratiche delle reti a onde convogliate, già ripetutamente discussi in precedenti riunioni, vengono ulteriormente illustrati in qualche loro dettaglio. Interventi di vari delegati e un resoconto di prove da parte italiana mettono in rilievo le attenuazioni in alta frequenza tipiche dei cavi ad alta tensione.

Un'altra discussione riguarda l'attenuazione A.F. degli elettrodotti aerei e in particolare la influenza della sezione d'elettrodotto su quella grandezza.

3. Normalizzazione delle apparecchiature di linea e di accoppiamento per impianti a onde convogliate - Lavori del Sottocomitato.

Il delegato italiano che guida il lavoro di normalizzazione delle caratteristiche in alta frequenza dei condensatori di

accoppiamento e dei divisori di tensione capacitivi, illustra l'attuale situazione dei lavori e preannuncia la prossima presentazione al Comitato del progetto di norme. Presenta in questa stessa seduta due memorie su calcoli e misure eseguiti recentemente presso la propria società in merito al comportamento dei divisori di tensione capacitivi qualora inseriti in un circuito a onde convogliate.

Il progetto delle norme qui in questione verrà in seguito presentato alla IEC perchè ne venga tenuto debito conto nella compilazione delle norme internazionali relative al materiale qui considerato.

In attesa di ciò la presidenza del Comitato provvederà a inviare alla segreteria della IEC una nota in cui si anticipano delle notizie sui lavori in corso. Il testo della nota viene concordato seduta stante.

Il rappresentante ufficiale della Svizzera riferisce quindi sui lavori di normalizzazione delle bobine di sbarramento, da lui guidati e recentemente conclusi con la presentazione di un progetto al Comitato. Esso sostituisce un analogo documento preparato alcuni anni fa (v. memoria CIGRE numero 333/1954).

Anche tale studio avrà un seguito presso la IEC, per la eventuale pubblicazione come norma internazionale.

4. Disturbi provocati dagli elettrodotto alle trasmissioni a onde convogliate - Misura dei disturbi.

Vengono messi in rilievo metodi e risultati di misura su cui riferiscono le memorie e gli interventi dei rappresentanti del Canada, della Francia e dell'Inghilterra.

5. Normalizzazioni delle caratteristiche e dei metodi di misura per terminali trasmettenti-riceventi per impianti a onde convogliate.

Dopo una discussione dei vari aspetti possibili di una normalizzazione internazionale dei terminali a onde convogliate si concorda sulla utilità di una simile normalizzazione, purchè ne venga ben delimitato l'oggetto. Dovrebbero costituire argomento di unificazione i valori delle impedenze, dei livelli, i segnali di chiamata, ecc. Ove possibile, si dovrà tener conto delle unificazioni CCITT.

Per la unificazione dei metodi di misura valgono analoghi concetti informatori.

Il rappresentante svizzero viene incaricato di stendere un appropriato questionario sull'argomento, da inviare a tutti i membri del Comitato.

Al tema delle caratteristiche dei terminali a onde convogliate si collega una memoria recentemente presentata dal membro svedese, riguardante le prove di intelligibilità in presenza di disturbi dovuti all'effetto corona e per tipi diversi di microfoni e ricevitori telefonici. Sui risultati delle misure ancora in corso verrà riferito in un secondo tempo.

6. Vocabolario e simboli grafici.

Il membro ufficiale francese accenna a un suo recente lavoro compilativo che verrà prossimamente presentato al Comitato. Esso riguarda i termini e le definizioni che interessano i campi trattati dal Comitato, non ancora presi in considerazione nelle norme della IEC.

Per quanto concerne i simboli, il Comitato trasmetterà alla stessa IEC, per la eventuale inclusione nelle norme sui simboli, attualmente in corso di studio, un elenco di simboli relativi alle teletrasmissioni tipiche delle reti elettriche, precedentemente elaborato dal membro rappresentante della Germania.

Si accenna in ultimo all'utilità di introdurre nelle lingue francese e inglese un termine che comprenda tutte le tecniche di teletrasmissioni adibite ai comandi e ai controlli a distanza (telecomandi, telemisure, telesegnalazioni, ecc.), come già da tempo adottato nella lingua tedesca (Fernwirktechnik).

7. Rapporti fra le tecniche delle teletrasmissioni e delle protezioni selettive di reti - Lavori del Sottocomitato.

Il tema delle protezioni selettive di reti elettriche, del tipo a canale pilota, riguarda da vicino sia il Comitato di Studio n. 4 (Protezioni e relè) sia il Comitato n. 14 della CIGRE.

Nella precedente riunione plenaria del Comitato n. 14 era stato costituito un Sottocomitato con il compito di studiare le protezioni selettive dal punto di vista dei canali di teletrasmissioni richiesti per le protezioni stesse.

I lavori di tale Sottocomitato, a cui prendono parte i membri rappresentanti della Francia, Italia e Svizzera, sotto la presidenza del rappresentante dell'Inghilterra, e ai quali si interesserà pure il Comitato di Studio n. 4 tramite un suo rappresentante, verranno iniziati prossimamente. Ne vengono fin d'ora tracciate alcune linee fondamentali.

8. Varie.

Il presidente del Comitato menziona brevemente alcune memorie presentate nel corso della seduta, non aventi stretta attinenza agli argomenti all'ordine del giorno:

— due elenchi bibliografici preparati dal membro francese;

— un rapporto svedese relativo alle caratteristiche di uno strumento di misura dei disturbi alle radiotrasmissioni, con rivelazione del valore efficace;

— una memoria di uno specialista della Germania orientale, che tratta un sistema di trasmissioni in alta frequenza realizzate sul filo di guardia di un elettrodotto;

— un rapporto sulle installazioni a onde convogliate in Austria;

— un analogo rapporto sugli impianti giapponesi, e un secondo rapporto sugli impianti giapponesi di radiocollegamenti, sempre per quanto riguarda l'impiego presso le imprese elettriche.

Il Comitato di Studio concorda infine l'epoca e il luogo della prossima riunione plenaria. Essa si terrà in occasione della sessione plenaria 1962 della CIGRE a Parigi.

E. Sailer

*

Tabelle Unel in inchiesta pubblica

La UNEL ha pubblicato per l'inchiesta pubblica i seguenti progetti di unificazione:

UNEL Pr. 1122 - Sigle di designazione dei cavi per telecomunicazioni.

UNEL Pr. 1156÷1161 - Circuiti di binario per impianti di segnalamento e di blocco per ferrovie e tramvie.

UNEL Pr. 1162 - Motori asincroni trifasi, chiusi ventilati esternamente, con rotore a gabbia - Tensione nominale ≤ 500 V - Frequenza 50 Hz - Classe isolamento E - Forme costruttive B5, B3/B5, B14, B3/B14, V1, V1/V5, V2, V3, V3/V6, V4, V18, V19 - Protezione P33.

UNEL Pr. 1114÷1119 - Portalampe E27 con raccordo - Portalampe E27 con base - Calibri.

UNEL Pr. 1148÷1150 - Alimentatori per una lampada a vapore di mercurio per tensione di rete 220 V - 50 Hz - Alimentatori per una o più lampade tubolari fluorescenti a catodo preriscaldato - Tensione di alimentazione 220 V - 50 Hz.

I fascicoli possono essere ottenuti gratuitamente facendone richiesta all'UNEL (Via Donizetti 30 - Milano).

ERRATA CORRIGE

Nell'articolo di A. BONADERO: *Moderni equipaggiamenti elettrici per impianti di sollevamento nelle miniere* pubblicato da pag. 551 a pag. 561 del n. 8 del nostro giornale, è incorso uno spostamento: il brano dalla riga 7^a alla quintultima di col. 1 di pag. 560 va portato dopo la riga 13^a di col. 2 di pag. 561.

*

Nell'art. U. RÖSCH: *Le reattanze dispersive del trasformatore a 3 avvolgimenti* comparso nel n. 6 bis del nostro giornale da pag. 444 a 451 è incorso un errore nella trascrizione della formula (10) a pag. 446 che deve essere letta:

$$\begin{aligned} \dot{U}_2' + \dot{U}_3' = & \frac{n_2}{n_1} \left\{ \dot{U}_1 + j \left[\left(\frac{n_2'}{n_2} \right)^2 X'_{d12,1} + \right. \right. \\ & \left. \left. + \left(\frac{n_3'}{n_2} \right)^2 X'_{d13,1} + 2 \frac{n_2'}{n_2} \frac{n_3'}{n_2} X'_{d1} \right] \dot{I}_1 \right\} \end{aligned}$$